

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Mecànica

**DISSENY D'UNA APLICACIÓ DE CàLCUL DE PRESSUPOSTOS
PER IMPRESSIÓ 3D I MOTLLES**



Índex general - Memòria - Annex

Autor: Oriol Frigola i Forcada
Director: Jordi Torner Ribé
Convocatòria: Juny 2019

Resum

Aquest projecte és un Treball Final de Grau que es realitza de forma conjunta entre l'empresa World Tooling Solutions, i el departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria (EGE) de l'Escola d'Enginyeria Est de Barcelona (EEBE). El projecte consisteix en el disseny i realització d'una aplicació per a l'empresa mencionada anteriorment per tal de realitzar una comparativa a tots els nivells entre la fabricació d'un motlle o la impressió 3D mitjançant la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP per tal de fabricar peces en sèrie. La idea de realitzar aquesta comparació és optimitzar el procés d'oferta de l'empresa i d'aquesta manera augmentar la productivitat.

Els llenguatges informàtics que s'utilitzaran per a realitzar el disseny d'aquesta aplicació seran el de HTML5 combinat amb CSS i Javascript.

Per realitzar aquest projecte es diferencien 3 parts:

En primer lloc, realització dels càlculs matemàtics mitjançant en Excel per calcular amb exactitud el cost d'imprimir les peces en 3D i el cost de la realització del motlle per a la mateixa peça.

En segon lloc, el disseny i programació de l'aplicació web que serà el suport on els treballadors de l'empresa es recolzaran per poder fer l'oferta de preus de les peces que s'hagin de fabricar.

Finalment, l'avaluació de l'aplicació dissenyada i programada mitjançant les diferents respostes que ens donen els clients una vegada han utilitzat l'aplicació.

Resumen

Este proyecto es un Trabajo Final de Grado que se realiza de forma conjunta entre la empresa World Tooling Solutions, y el departamento de Expresión Gráfica a la Ingeniería (EGE) de la Escuela de Ingeniería Este de Barcelona (EEBE). El proyecto consiste en el diseño i realización de una aplicación para la empresa mencionada anteriormente con el objetivo de realizar una comparativa a todos los niveles entre la fabricación de un molde o la impresión 3D mediante la impresora Multi Jet Fusion 4200 de HP con tal de fabricar piezas en serie. La idea de realizar esta comparación es optimizar el proceso de oferta de la empresa y de esta forma aumentar la productividad.

Los lenguajes informáticos que se utilizarán para el diseño de esta aplicación serán el HTML5 combinado con CSS i Javascript.

Para realizar este proyecto se diferencian 3 partes:

En primer lugar, la realización de los cálculos matemáticos mediante Excel para calcular con exactitud el coste de imprimir las piezas en 3D i el coste de la realización del molde para la misma pieza.

En segundo lugar, el diseño y programación de la aplicación que será el soporte donde los comerciantes de la empresa se apoyarán con tal de poder ofertar precios para las piezas a fabricar.

Finalmente, la evaluación de la aplicación diseñada y programada mediante las diferentes respuestas que nos han dado los clientes una vez utilizada la aplicación.

Abstract

This project is a TFG which is carried out between the company World Tooling Solutions, and the Department of Graphic Expression in Engineering (EGE) of the School of Engineering East of Barcelona (EEBE). This project involves the design and realization of an application for the aforementioned company with the objective of making a comparison at all level between the manufacture of a mould or 3D printing using the Multi Jet Fusion 4200 HP printer from HP to manufacture serial production parts. The idea of making this comparison is to optimize the company's supply process and increase productivity.

The computer languages that will be used for the design of this application will be HTML5 combined with CSS and Javascript.

The project is the implementations of 3 parts.

Firstly, performing the mathematical calculations using Excel to accurately calculate the cost of printing the parts in 3D and the cost of making a mould for the same piece.

Secondly, the design and the programming of the application will be the support where the traders of the company will be supported in order to be able to offer prices for the parts to manufacture.

Finally, the evaluation of the application designed and programmed by the different responses that the clients have given us once the application has been used.

Agraïments

A tots aquells que han cregut en mi.



ÍNDEX

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRAÏMENTS	IV
1. CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ	9
1.1. Objectiu.....	9
1.1.1. Objectiu principal.....	9
1.1.2. Objectius específics.....	9
2. CAPÍTOL 2: MARC TEÒRIC I CÀLCULS	10
2.1. Tecnologia Multi Jet Fusion 4200.....	10
2.1.1. Processing Station.....	11
2.1.2. Build Unit.....	12
2.1.3. Multi Jet Fusion 4200 Printer.....	12
2.1.4. Funcionament de la tecnologia Multi Jet Fusion 4200	13
2.1.5. Beneficis de la solució d'impressió HP Multi Jet Fusion 4200.....	14
2.1.6. Materials d'impressió	15
2.2. Tecnologia dels motlles d'injecció.....	16
2.2.1. Desenvolupament i estat actual de la tecnologia de motlles d'injecció.....	16
2.2.2. Motlles d'injecció	17
2.3. Càlculs realitzats	19
2.3.1. Càlcul de la tecnologia d'impressió 3D	19
2.3.2. Càlculs realitzats en la tecnologia de motlles d'injecció	31
2.4. Algoritme de l'aplicació	40
3. CAPÍTOL 3: DISSENY I IMPLEMENTACIÓ	44
3.1. Temporitzaació	44
3.2. Descripció i funcionament de l'aplicació.....	46
3.2.1. Inici	46
3.2.2. Història i evolució.....	48
3.2.3. Pressupost a l'instant.....	50
3.3. Posada a prova de l'aplicació i resultats.....	54
3.3.1. Bracket regulable	54
3.3.2. Trident dispersador.....	60

4.	CAPÍTOL 4: MANUAL DE L'USUARI	66
4.1.	Prefaci.....	66
4.2.	Introducció al sistema.....	66
4.3.	Requisits previs	67
4.4.	Funcionament de l'aplicació	67
4.5.	Problemes o advertències de l'aplicació	68
5.	CAPÍTOL 5: CONCLUSIONS	70
6.	CAPÍTOL 6: FUTURES LÍNIES DE TREBALL	73
7.	CAPÍTOL 7: PRESSUPOST D'ENGINYERIA	74
	Costos de software.....	74
	Costos de la mà d'obra.....	75
	Pressupost final	76
8.	CAPÍTOL 8: ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	77
9.	CAPÍTOL 9: BIBLIOGRAFIA	78
9.1.	Bibliografia	78
9.2.	Webgrafia.....	78
ANNEX		79
	Capítol 1: Codi HTML de l'aplicació	79
	Capítol 2: Codi CSS de l'aplicació	98
	Capítol 3: Codi Javascript de l'aplicació	197

1. CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

1.1. Objectiu

1.1.1. Objectiu principal

L'objectiu principal d'aquest projecte és realitzar una comparació entre la fabricació de motlles i la impressió de peces en 3D per la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP mitjançant el disseny i creació d'una aplicació.

1.1.2. Objectius específics

- Dissenyar una aplicació per fer pressupostos per a la fabricació de peces, que compari els pressupostos per imprimir en 3D o per fer la fabricació d'un motlle.
- L'aplicació ha de permetre un filtratge de peces, ha d'estar capacitada filtrar quines peces es podran fabricar i quines no són viables.
- Fer valdre la tecnologia d'impressió 3D de la Multi Jet Fusion 4200 de HP que està capacitada per a realitzar fabricacions de peces en sèrie.
- Realitzar un Excel programable per saber el cost amb exactitud de qualsevol peça per imprimir-la a partir dels paràmetres establerts en el treball.
- Mitjançant els 40 anys d'experiència de l'empresa en fabricació de motlles saber el cost de qualsevol motlle per a la realització de la peça en qüestió.
- Veure quins són els límits de totes dues tecnologies, fins a on estan capacitades per arribar aquestes formes de producció.

2. CAPÍTOL 2: MARC TEÒRIC I CÀLCULS

2.1. Tecnologia Multi Jet Fusion 4200

Multi Jet Fusion és una nova tecnologia de fabricació additiva que ha estat patentada per l'empresa HP i és amb la qual han entrat de ple en el món de la impressió 3D. En aquest treball ens centrarem en la impressora Multi Jet Fusion 4200, ja que és amb la qual he estat treballant i investigant de primera mà per dur a terme aquest treball. L'objectiu d'aquest nou model és accelerar la producció i fer una reducció dràstica a tot el que són costos de disseny, prototipat i fabricació. Aquesta impressora té una gran velocitat de producció, pot arribar a ser fins a 10 vegades més ràpida si comparem altres processos com el FDM o SLS. Gràcies a tots aquests factors, si hi ha una impressora capacitada per a fer produccions en sèrie curtes, és la Multi Jet Fusion 4200 de HP.



Figura 2.1.1. Imatge del conjunt de la maquinària de la Multi Jet Fusion 4200

El hardware per a realitzar la impressió consta de 3 parts que durant el procés es combinen entre elles. Podem distingir la *Processing Station*, la *Build Unit* i la *Multi Jet Fusion 4200 Printer*. A continuació explicarem detalladament les 3 parts, com funcionen i com es relacionen.

2.1.1. *Processing Station*

La Processing Station, en català estació de processament, és l'encarregada de la càrrega, descàrrega i gestió del material per a realitzar la impressió. Aquesta màquina consta de *Fast Cooling*, refredament ràpid, amb el qual es pot utilitzar per a el postprocés de les peces.



Figura 2.2.1.1. Processing Station amb la que treballem a l'empresa

2.1.2. *Build Unit*

És una unitat mòbil. És un carro el qual té un volum de 380x380x280 mm i és el que conté les peces un cop impreses. La Build Unit inicia el recorregut a la Processing Station. Allà, s'omple el volum que es desitgi mitjançant la Processing Station. Un cop finalitzada la preparació del volum d'impressió, la Build Unit s'extreu de l'estació de processament i és inserida dins de la Multi Jet Fusion 4200 Printer. Un cop allà la impressora ja està preparada per començar a imprimir.

2.1.3. *Multi Jet Fusion 4200 Printer*

És la impressora pròpiament dita. És l'encarregada de rebre el model 3D i un cop rebut, iniciar el procés d'impressió.



Figura 2.3.3.1. Conjunt de la Build Unit amb la Multi Jet Fusion 4200

2.1.4. Funcionament de la tecnologia Multi Jet Fusion 4200

Un cop definides les 3 màquines essencials per dur a terme el procés d'impressió amb aquesta tecnologia toca explicar el pas a pas del funcionament.

El procés s'inicia amb un software de HP, aquest et permet preparar l'element o elements que es volen fabricar abans de posar a imprimir la màquina. Amb aquest software tu decideixes com posicionaràs les peces per tal que aquestes siguin impreses en la millor posició possible. A partir d'aquí entra en joc el hardware de la impressora.

Seguidament, s'insereix la Build Unit a la Processing Station. Un cop aquí es decideixen les opcions de quantitat i de mescla. No s'omple tot el volum de la Build Unit, sinó el desitjat. A més a més, quan ens referim a mescla estem parlant d'un percentatge que relaciona la quantitat de material nou amb el reciclat. Aquesta tecnologia et permet reutilitzar tot aquell material que no s'ha utilitzat per imprimir peces anteriorment.

Un cop tenim la Build Unit carregada l'extraïem de la Processing Station i la inserim dins de la Multi Jet Fusion 4200 Printer i ja podem començar la producció.

Durant el procés d'impressió, el material surt de l'interior de la unitat de fabricació i es distribueix uniformement per la plataforma de fabricació, on té lloc el procés de fusió. Aquest comença quan s'aplica una capa de material a la zona de treball. En direcció contrària i d'una sola passada s'imprimeixen els agents de fusió i de detall al llarg de tota la zona de treball. Quan es realitza aquesta passada es combina la impressió amb l'energia de fusió i es completa el procés.

Per poder crear peces que siguin totalment funcionals és molt important assegurar-se que el material s'hagi fusionat correctament. Per això, s'ha inventat aquest procés d'impressió que consta dos agents, l'agent de fusió i el de detall. El primer quan és dipositat sobre la superfície de treball té la funció de fusionar el material. L'agent de detall es diposita als contorns on s'ha aplicat l'agent de fusió per tal de modificar la fusió del material de la zona de contorn, d'aquesta manera quan s'escalfa el material la fusió només té lloc a aquelles zones on s'ha aplicat l'agent de fusió i gràcies a l'agent de detall el material adjacent no s'ha fusionat i s'obtenen peces amb detalls precisos i superfícies polides.

Un cop finalitzada la impressió la Build Unit es transporta de nou a la Processing Station on aquesta permet el refredament de les peces impreses. El fast cooling permet accelerar el procés de post impressió i la pols sobrant queda emmagatzemada de nou a la Processing Station.

Posteriorment les peces impreses han de ser sotmeses a un procés de sorrejat abans de poder aplicar qualsevol acabat i ja podem donar per finalitzat el procés d'impressió mitjançant la impressora Multi Jet Fusion 4200.

Segons dades oficials de HP podem comparar velocitats d'impressió amb altres tecnologies com la SLS o FDM. Quan la primera obté 1000 peces la Multi Jet Fusion ha estat capaç d'imprimir-ne unes 12600, i quan la tecnologia d'impressió FDM obté 1000 peces la Multi Jet Fusion unes 27300.

2.1.5. Beneficis de la solució d'impressió HP Multi Jet Fusion 4200

Utilitzar aquesta nova tecnologia t'ofereix diversos beneficis si ho comparem amb altres tecnologies d'impressió 3D. Aquesta t'ofereix:

- Utilització de plantilles d'impressió avançades i personalitzades per a controlar les propietats mecàniques, funcionals i estètiques de les peces.
- Obtenir un control avançat de la qualitat de les peces durant la impressió.
- Tenir un cost per peça menor que altres tecnologies d'impressió. Fet que et permet obtenir un benefici per peça molt més elevat.

2.1.6. Materials d'impressió

La impressora Multi Jet Fusion 4200 que tenim a l'empresa i amb la que he estat treballant jo, utilitza PA12 com a material d'impressió. També es pot imprimir amb PA11, però com que té una composició química diferent que la PA12 seria necessari dues Processing Stations per a poder imprimir amb els dos materials.

De moment no hi ha una gran quantitat de materials per poder treballar i per poder comparar quin és millor cal tenir en compte que és una tecnologia molt nova i encara avui dia s'està treballant per aconseguir millores tan en el procés d'impressió com en la quantitat de materials a ser utilitzats per imprimir.

2.2. Tecnologia dels motlles d'injecció

2.2.1. Desenvolupament i estat actual de la tecnologia de motlles d'injecció

L'emmotllament per injecció consisteix bàsicament en fondre un material plàstic en les condicions òptimes i introduir-lo a pressió dins les cavitats d'un motlle, on un cop a dins es refreda fins una certa temperatura la qual les peces poden ser extretes sense deformar-se. En els últims anys la indústria del motlle s'ha vist afectada per el creixent nombre de materials que han anat sortint i també principalment per la demanda en augment d'articles de plàstic.

En la tecnologia de motlles d'injecció un polímer en estat líquid i calent, s'expandeix a través dels diferents conductes de la geometria complexa de la peça, les parets dels quals estan molt més fredes que el mateix polímer i aquest omple el motlle que també té les parets fredes. La tecnologia de motlles d'injecció és, probablement, el mètode de transformació més característic de la indústria de plàstics, i de fet les màquines d'injecció modernes són un exemple de màquines ideades i fabricades amb vistes de la producció massiva de peces.



Figura 2.2.1.1. Espai de la fàbrica dedicat a la fabricació de motlles

2.2.2. Motlles d'injecció

Si fem referència als motlles d'injecció, convé definir algunes parts d'aquests. Seguidament tenim dues fotografies de dos motlles les quals tenen esquematitzat les diferents parts que podem trobar als motlles. Les principals parts que trobem som:

- Abeurador
- Massalota
- Canals d'alimentació
- Ramificacions
- Cavitat del motlle

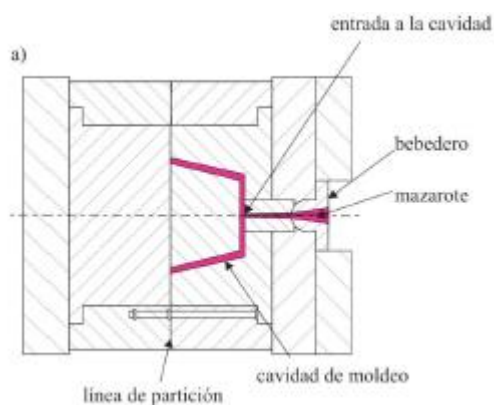


Figura 2.2.1.1. Parts principals d'un motlle senzill (1)

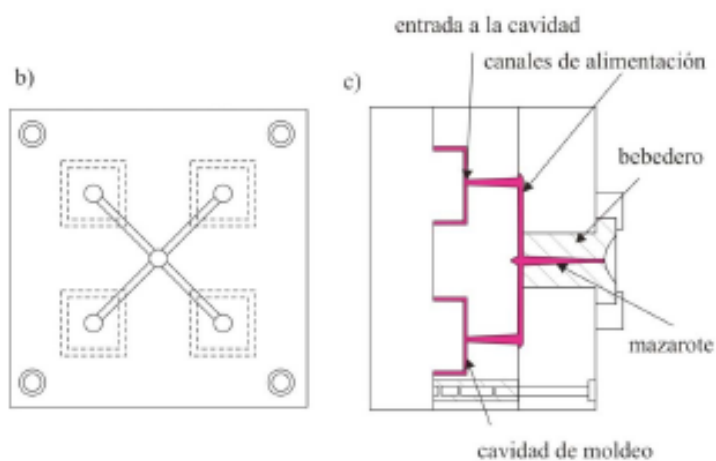


Figura 2.2.1.1. Parts principals d'un motlle senzill (2)

L'abeurador és la part del motlle sobre la qual es recolza la tovera, i el polímer fos que ocupa l'abeurador quan acaba l'emmotllament, rep el nom de massalota. En la figura 2.2.1.1. l'abeurador comunica directament amb la cavitat de l'emmotllament, en canvi a la figura 2.2.1.2 l'abeurador es ramifica en diferents canals que arriben fins a les cavitats d'emmotllament. Aquests canals s'anomenen canals d'alimentació i el polímer que els emplena després de finalitzar cada cicle d'emmotllament es coneix amb el nom de ramificacions.

Els canals d'alimentació acaben en una secció més estreta que comunica amb una cavitat d'emmotllament, aquesta s'anomena entrada a la cavitat. En funció de la grandària de la peça que s'emmotlla, la cavitat pot tenir una sola o vàries entrades convenientment distribuïdes.

Un motlle està constituït com a mínim per dues meitats, una meitat positiva i l'altra negativa, que a l'unir-les formen la cavitat d'emmotllament. Aquestes meitats queden unides a pressió una vegada s'ha tancat el motlle, tocant-se entre si en una superfície plana la qual s'anomena pla de partició d'un motlle. Quan representem la secció d'un motlle, la superfície de partició pot quedar reduïda en el dibuix a una sola línia que rep el nom de línia de partició.

En algunes ocasions s'utilitzen motlles de fins a tres parts com el de la figura c). En aquests tipus de motlles els canals d'alimentació i les cavitats de l'emmotllament estan en diferents plans. Els motlles de tres parts resulten més cars, ara bé, l'avantatge que tenen és que la cavitat dels motlles s'omple d'una manera més simètrica i les peces que s'obtenen són d'una més bona qualitat.

A mesura que el polímer va emplenant el motlle tancat, l'aire que es trobava dins de la cavitat ha de ser evacuat. Generalment, aquest aire s'escapa per la línia de partició del motlle. Quan això no succeeix, el motlle ha de tenir una sèrie de petits orificis els quals generalment han estat fets a les diferents zones del pla de partició que permeten l'evacuació de l'aire però no la del polímer fos.

En els motlles d'injecció és molt important que la temperatura de la peça sigui el més uniforme possible durant el refredament. Per això, els motlles contenen una sèrie de canals de refrigeració pels quals circula un líquid de refrigeració, normalment aigua. Aquests canals han d'estar dissenyats de tal manera que permetin el refredament de la peça a una velocitat òptima i uniforme.

2.3. Càlculs realitzats

L'aplicació que es realitzarà en aquest treball final de grau té un gran nombre de càlculs associats. Aquests es distingeixen entre els càlculs que es refereixen a la tecnologia d'impressió 3D i tenim per l'altra banda aquells que fan referència la tecnologia de motlles d'injecció. El que s'ha realitzat en aquest apartat és calcular quant ens costa imprimir peces en 3D i el que ens costa la realització d'un motlle des de l'inici de la producció fins al final. D'aquesta manera sabrem l'abast del cost i a partir d'aquí podrem realitzar l'oferta amb el preu final en cada cas i establirem quina opció és la més econòmica i viable.

Com a conseqüència d'aquesta bifurcació aquest apartat està dividit en dues parts que s'explicaran i es desenvoluparan a continuació.

2.3.1. Càlcul de la tecnologia d'impressió 3D

Cal remarcar que els càlculs que es realitzaran a continuació són exclusivament per a la tecnologia de la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP. Existeixen diferents tecnologies d'impressió 3D i molt diverses entre elles, per tant, aquests càlculs no serien vàlids per una tecnologia diferent de la que utilitza la Multi Jet Fusion 4200.

Aquesta tecnologia no té un mètode de càlcul de costos únic i obert a tothom. És una tecnologia molt nova i consta de moltes variables que en funció de com les interpretem i valorem arribarem a unes conclusions o a unes altres. En el món de la indústria on estem immersos, trobem un constant frec a frec entre empreses per veure quina d'elles aconsegueix el millor preu i, per tant, endur-se el client.

A continuació, desenvoluparé el procediment que hem seguit per a arribar als càlculs finals i esmentaré totes aquelles suposicions que hem fet per dur a terme tot aquest procés de càlcul.

2.3.1.1. Suposicions

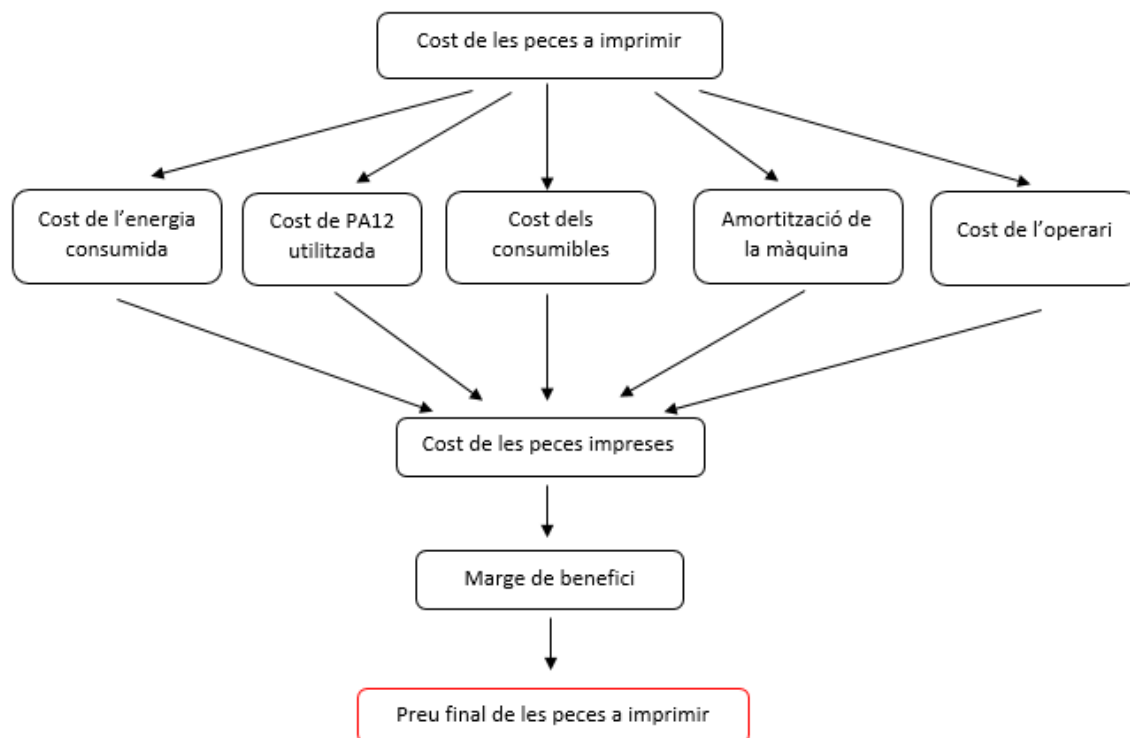
Les suposicions que s'han fet i que per tant es tindran en compte en els càlculs són les següents:

- Suposem que l'empresa que disposa de la Multi Jet Fusion 4200 està en plena producció constant i cada dia posa a imprimir una Build Unit plena.
- Com que imprimim tota la Build Unit el temps d'impressió serà el màxim possible.
- L'alçada de material que disposarem dins de la cubeta serà el màxim possible.
- El "packing density" de la cubeta, la relació entre el material que es convertirà en peces i el que es podrà reutilitzar, serà sempre el mateix.
- Les pèrdues de material que tenim són d'un 20% del material no imprès en cada impressió.

Aquestes suposicions tenen molta rellevància en els càlculs. Cada una d'elles repercuteix de forma directa o indirecte en algun dels costos associats en aquesta tecnologia de producció de peces.

2.3.1.2. Costos associats

En aquest estudi es vol, mitjançant un seguit de càlculs, arribar a un valor final de cost de les peces que s'imprimiran mitjançant la Multi Jet Fusion 4200. Aquest cost final està dividit en diferents apartats, un total de cinc. Els costos associats de la producció de peces mitjançant la impressió 3D són els que definim en el diagrama següent:



A continuació es mostraran els càlculs realitzats per quantificar el valor dels costos descrits anteriorment i la suma de tots aquests serà el cost final de la producció de les peces en qüestió.

Finalment, s'aplicarà un percentatge de benefici i obtindreu el preu final de la producció el qual serà el que oferirem el client.

2.3.1.2.1 Cost de l'energia consumida per la màquina

El cost que se'n deriva d'aquest apartat és el preu que ha de pagar l'empresa a la companyia elèctrica per l'energia elèctrica consumida per la màquina durant la producció de les peces.

Aquest cost serà fix, independentment de la comanda que peces que tinguem. Recordem que suposem que imprimim una cubeta sencera, per tant el temps d'impressió serà fix. Necessitem saber la tarifa elèctrica que tenim, que ho consultarem trucant a l'empresa responsable del subministrament elèctric. I, finalment buscant el consum a la fitxa tècnica de la màquina ja tindrem totes les dades per realitzar el càlcul d'aquest cost fix.

El primer pas és saber quant de temps tarda la impressora a imprimir una cubeta sencera. Segons dades oficials de HP la velocitat d'impressió de la Multi Jet Fusion 4200 és d'uns aproximadament 0,5mm/min, per tant cada minut la impressora realitza 0,5mm d'alçada.

Per tant el temps d'impressió és:

$$Temps d'impressió = \frac{\frac{alçada\ cubeta + alçada\ de\ marge}{velocitat\ d'impressió}}{1\ minut} \quad (\text{Eq. 2.2.1.2.1.1})$$

Si substituïm numèricament, ens queda:

$$Temps d'impressió = \frac{\frac{380mm + 40mm}{0,5mm/min}}{1\ minut} = 14\ hores$$

Aquest resultat és tan sols el temps que triga la impressora a imprimir una Build Unit sencera. Ara bé, les peces impreses també tenen un temps de refrigeració que sol ser aproximadament d'unes 5 hores. Per tant tenim un total de 19 hores on consumim energia elèctrica.

L'empresa ens ha donat les dades que la tarifa elèctrica que tenen és de 0,1347 €/kW i consultant el manual de la Multi Jet Fusion 4200 de HP té un consum de 12 kW/h. Finalment tindrem:

$$\text{Cost energia elèctrica} = \text{tarifa elèctrica} \cdot \text{consum impressora} \cdot \text{temps d'impressió}$$

Si substituïm numèricament, ens queda:

$$\text{Cost energia elèctrica} = 0,1347 \frac{\text{€}}{\text{kW}} \cdot 12 \frac{\text{kW}}{\text{h}} \cdot 19 \text{ h} = 30,7116 \text{ €}$$

Tal com hem explicat a les suposicions anteriorment com que tenim en compte que cada dia imprimim una Build Unit plena el cost de l'energia elèctrica serà sempre el mateix.

2.3.1.2.2 Cost del material utilitzat

Aquest apartat és molt important, gràcies a la tecnologia de Multi Jet Fusion 4200 tot aquell volum de material que al llarg del procés d'impressió no ha estat fusionat per convertir-se en part de la peça pot ser reutilitzat.

Un cop acaba la impressió i ens disposem a extreure les peces impreses utilitzant l'aspirador de la Processing Station recollim tota aquella pols no utilitzada, així aquesta serà utilitzada en alguna de les següents impressions.

S'ha de tenir en compte que hi ha una part del material que es perd. És a dir, no es converteix en peça i no el recuperem, aquest material és el que queda enganxat a la superfície de les peces que posteriorment els hi haurem de fer un tractament superficial de sorrejat per acabar de netejar-les. Segons dades oficials de HP es poden quantificar aquestes pèrdues en un 20% del volum restant que no ha estat utilitzat per crear les peces.

Per tant, per poder quantificar el cost del material utilitzat primer hem de calcular exactament la quantitat de material que hem gastat, tenint en compte el volum de totes les peces que han estat impreses i el 20% en pèrdues de la PA12 no convertida en peces

El volum utilitzat el calculem de la següent manera:

$$\text{Material utilitzat} = \text{volum de peça unitari} \cdot n^{\circ} \text{ de peces} + 20\% \text{ pèrdues (Eq. 2.2.2.2.1)}$$

On el volum de peça unitari es refereix al valor del volum d'una sola peça de les que estan dins de la cubeta. També és important remarcar que aquest nombre de peces es refereix al nombre de peces que entren dins de la cubeta, no del número de peces que formen part de la comanda.

El cost del material utilitzat serà un cost variable. Aquest depèn del volum unitari de les peces que es vulguin imprimir en cada cas i del nombre de peces que hi caben a dins de la cubeta.

Un cop tenim el càlcul del material que ha estat utilitzat en la impressió només ens falta saber quant ens costa per tal de poder trobar definitivament el cost final. Hem de saber quant ens costa la PA12. Aquesta la comprem en palets de 130 kg. Per tant, per saber el que ens costa el kg la PA12 només s'ha de dividir el preu que ens costa el palet per 130kg.

La fórmula per calcular el preu de la PA12 per quilogram és la següent:

$$\text{Preu PA12/kg} = \frac{\text{Preu palet PA12}}{\text{kg totals del palet}} \quad (\text{Eq. 2.2.3.2.2.2})$$

Si substituïm numèricament:

$$\text{Preu} \frac{\text{PA12}}{\text{kg}} = \frac{6500 \text{ €}}{130 \text{ kg}} = 50 \text{ €/kg}$$

Com a conseqüència que sempre comprem el material al mateix proveïdor i la mateixa quantitat el preu per quilogram és invariable, en l'hipotètic cas que canviéssim de proveïdor o que el preu del palet es veiés modificat hauríem de refer aquest càlcul.

Finalment ens queda un únic pas per acabar calculant el cost de material utilitzat que tenim, hem de relacionar el que ens costa el quilogram de PA12 i la quantitat de material que gastem en la impressió.

Per calcular el cost del material utilitzat tenim la següent fórmula:

$$\text{Cost del material utilitzat} = \text{material utilitzat (kg)} \cdot \text{preu PA12/kg} \quad (\text{Eq. 2.2.4.2.2.3})$$

On si substituïm numèricament:

$$= (\text{volum de peça unitari} \cdot n^{\circ} \text{ de peces} + 20\% \text{ pèrdues}) \cdot \text{densitat PA12} \cdot 50\text{€/kg}$$

Com es pot observar, substituint numèricament ens queden moltes variables. Això, és conseqüència que en funció de la comanda de peces que tenim i el número que ens hi caben dins de la cubeta aquest cost canviarà, és un cost clarament variable.

2.3.1.2.3 Cost dels consumibles en la impressió

Durant el procés d'impressió no només tenim un consum de material o electricitat, també tenim un consum dels consumibles. Abans de plasmar l'explicació del càlcul del cost de consumibles que tenim en la impressió s'ha de definir quins elements de la impressora són consumibles. Són els següents:

- Agent de detall
- Agent de fusió
- Rodet Netejador
- Filtres
- Làmpades de fusió

Tots aquests elements descrits anteriorment són consumibles de la impressora. Tenen un desgast en cada impressió, alguns es consumeixen més de pressa que d'altres. En aquest apartat teníem una problemàtica, com es pot arribar a calcular quin és el consum de cada un dels consumibles en cada impressió per arribar a trobar un valor de consum final?

Vam haver de canviar la manera de fer la pregunta. En lloc d'intentar esbrinar quin percentatge de cada consumible es consumeix en cada impressió ens vam mirar el problema d'una altra manera.

Vam fer una recerca, de totes les comandes de consumibles havíem tingut al llarg de l'any. D'aquesta manera, vam saber quant havíem gastat en consumibles en tot un any de producció normal i amb les hores de treball diari de la impressora podríem saber quant consumeix la impressora en una impressió.

Aquest cost és variable, però, per tal d'aplicar-ho d'una forma matemàtica el més pràctic és fer la suma del cost anual i a partir dels dies laborables i les hores diàries que hem tingut la impressora en funcionament trobar el paràmetre de cost de consumibles. El primer pas és saber el valor de la suma del cost gastat en consumibles, aquest puja a un valor de 41261 €.

Un cop tenim el valor del cost del consum anual de consumibles necessitem saber quantes hores ha estat treballant la màquina al llarg de l'any. Si establim que la impressora ha estat un total de 350 dies treballant podem arribar a saber el cost per hora que gastem en consumibles. Ho calculem de la següent manera:

$$\text{Cost dels consumibles} = \frac{\text{cost anual de tots el consumibles}}{\text{hores anuals treballades}} \quad (\text{Eq. 2.2.5.2.3.1})$$

Si substituïm numèricament:

$$\text{Cost dels consumibles/hora} = \frac{21261 \text{ €}}{1 \text{ any} \cdot 350 \text{ dies} \cdot 14 \text{ hores/dia}} = 4,3389 \text{ €/h}$$

Després de fer aquest càlcul ja sabem quan consumeix la impressora en consumibles durant una hora de funcionament, ara, simplement hem d'acabar trobant el cost que té durant les 14 hores d'impressió. Hi arribem de la següent manera:

$$\text{Cost dels} \frac{\text{consumibles}}{\text{impressió}} = 4,3389 \frac{\text{€}}{\text{h}} * 14 \text{ h} = 60,7457 \text{ €}$$

D'aquesta manera hem simplificat enormement el càlcul dels costos dels consumibles i hem arribat a un valor bastant similar a la realitat.

2.3.1.2.4 Cost de l'amortització de la màquina

Dins dels costos que té la fabricació de la peça mitjançant la impressió 3D tenim un apartat d'amortització. El conjunt de la impressora en si, la Processing Station, la Build Unit i la sorrejadora tenen un preu i això també repercuteix en les peces que imprimim, hi ha hagut una inversió i s'ha d'acabar amortitzant.

Partim inicialment del que ens ha constatat la inversió de tota la maquinària necessària per dur a terme el procés de producció de les peces. El valor d'aquest cost és d'uns 400000 € aproximadament segons dades oficials de l'empresa. En aquest valor estem englobant la mateixa impressora 3D, la Processing Station, la Build Unit i la màquina de sorrejar.

Per altra banda, també necessitem saber les hores d'utilització diàries, que seran les mateixes que en l'aparat anterior havíem calculat. De la següent manera:

$$\text{hores treballades maquinària} = 1 \text{ any} \cdot 350 \text{ dies} \cdot 14 \text{ hores/dia} = 4900 \text{ h (Eq. 2.2.6.2.4.1)}$$

Un cop sabem el total de les hores que ha estat treballant el conjunt de la maquinària podem saber el desgast per hora d'utilització. Que el trobem de la següent manera:

$$\text{desgast maquinària} = \frac{400000 \text{ €}}{4900 \text{ hores}} = 81,6327 \text{ €/h}$$

I finalment, el cost del desgast en cada cas és simplement les hores de maquinària que es destinen a la fabricació de les peces pel desgast de la maquinària per hora. Que finalment queda:

$$\text{Cost amortització de la màquina} = 81,6327 \text{ €/h} \cdot 14 \text{ h} = 1142,8571 \text{ €}$$

2.3.1.2.5 Cost de l'operari

Finalment l'últim cost associat a la producció de peces mitjançant la impressora Multi Jet Fusion 4200 és el de la mà d'obra que treballa per realitzar aquestes peces. Aquest cost és fix també. Recordem que estem en plena producció i imprimim una cubeta plena per tant tot i que ens podem trobar que les peces no sempre seran igual, seran de geometries diferents el temps que inverteix un operari tan a la preparació com a la postproducció seran sempre les mateixes.

El temps que inverteix l'operari en el procés de producció el dividim en dues parts. Per una banda tenim el temps de preparació de la màquina, i per l'altra, tenim el temps destinat a la producció de les peces. El primer comprèn des del moment que es comença a preparar la cubeta mitjançant el software de l'ordinador fins que donem l'ordre d'imprimir a la màquina. El segon, comprèn des que extraïem la Build Unit fins que les peces ja estan llestes per ser enviades i entregades al client.

Un cop tenim el còmput global de totes les hores que l'operari a dedicat a la fabricació de les peces i, amb el preu per hora que ens costa tenir aquell operari treballant ja tindrem el valor del cos de la mà d'obra per a la producció de les peces. Quedarà de la següent forma:

$$\text{Cost operari} = \text{temps preparació màquina} * \text{cost/h de l'operari} \quad (\text{Eq. 2.2.7.2.5.1})$$

Si finalment substituïm numèricament:

$$\text{Cost operari} = 5 \text{ hores} * 10 \text{ €/h} = 50 \text{ €}$$

2.3.2. Càlculs realitzats en la tecnologia de motlles d'injecció

Els càlculs que s'explicaran en aquest apartat del treball són tots aquells que fan referència a la tecnologia de motlles per injecció. Especialment en aquest apartat ha sigut clau el treball conjunt amb els treballadors del món del motlle per tal d'arribar a fer uns càlculs reals.

De la mateixa manera que en la impressió 3D el mètode de càlcul que es descriurà a continuació és l'utilitzat per l'empresa on estic treballant. En aquesta tecnologia existeixen més variables que en la tecnologia per a la impressió 3D i, en el món de la indústria on trobem una enorme competència entre empreses cada una utilitza les seves opcions per aconseguir els millors preus i guanyant-se el client.

A continuació, s'esmentaran les suposicions que s'han tingut en compte per a la realització dels càlculs. És clau tenir-les en compte, ja que afecten d'una manera directa a tots els càlculs posteriors. També explicarem els costos que es deriven del procés de la fabricació de motlles i com arribem al preu final.

2.3.2.1. Consideracions

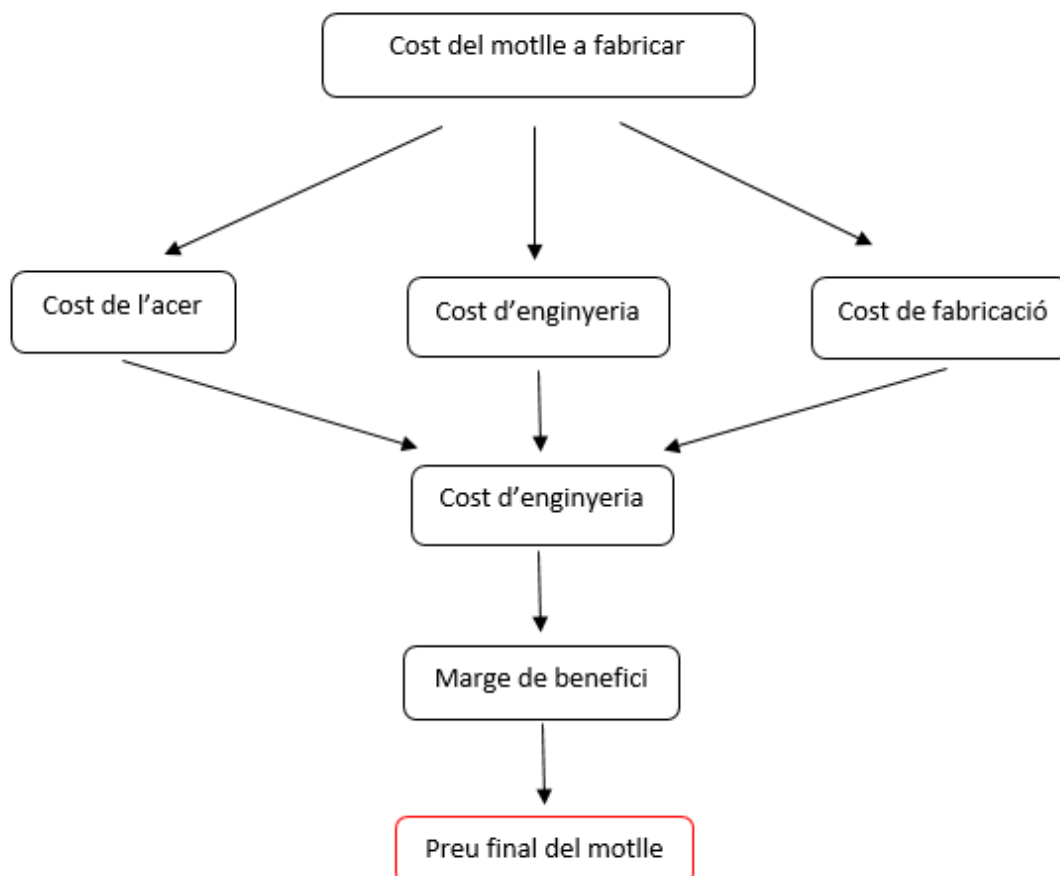
El procés de pressupostar un motlle d'injecció és llarg i té moltíssimes variables. Aquest treball no vol ser una explicació minuciosa de com es pressuposten els motlles a la indústria, per tant s'han tingut certes consideracions a l'hora de calcular el pressupost del motlle en qüestió.

El procés de càlcul del cost d'un motlle es pot realitzar mitjançant dos mètodes. El primer mètode és comparatiu, de peces similars, és a dir quan tenim una peça la qual volem iniciar la fabricació del motlle ens basem en experiències de peces d'una complexitat similar a la peça actual per tal d'acabar trobant el preu del motlle. El segon mètode consta d'un model matemàtic que es va desenvolupant al llarg de tot el procés de fabricació del motlle on es van comptabilitzant els diferents costos que es tenen durant la fabricació del motlle i un cop aquest ha estat finalitzat es va una suma de tots els costos que s'han tingut i s'obté el cost del motlle final.

En aquest TFG s'ha realitzat un mètode que és una combinació dels dos. La clau de l'aplicació a desenvolupar és obtenir un valor de preu de motlle a l'instant, per tant, la millor manera era la unió dels dos mètodes. Alguns dels costos que es detallaran a continuació són calculats de forma directa amb les dades dimensionals de la peça en qüestió i altres que seran calculats en funció del nivell de dificultat de la peça, tenint en compte altres motlles realitzats anteriorment.

2.3.2.2. Costos associats a la tecnologia de motlles

En aquest treball es realitza, mitjançant un mètode de càlcul comparatiu combinat amb un mètode de càlcul matemàtic, arribar a un valor final del cost d'un motlle d'injecció. Aquest cost final que es busca està fraccionat en diferents apartats, generalment un total de tres. Els costos associats a tot el que implica el procés de fabricació d'un motlle d'injecció són els que es mostren en el diagrama següent:



Tot seguit es mostraran els càlculs realitzats per quantificar el valor dels costos que hem descrit en aquest apartat i la suma de tots aquests tres apartats que hem descrit ens acabarà donant el valor del cost del motlle d'injecció que es voldrà fabricar per la producció de peces.

Per acabar, igual que en els costos associats a la tecnologia d'impressió 3D mitjançant la Multi Jet Fusion 4200 de HP s'aplicarà un percentatge de benefici i obtindrem el preu final de la producció el qual serà el que s'oferirà al client.

2.3.2.2.1 Cost de l'acer utilitzat en la fabricació del motlle

Els motlles d'injecció estan fabricats a partir d'acer, tot i que estem parlant de peces que no seran extremadament grans el cost de l'acer serà un factor rellevant a tenir en compte.

Per saber el cost de l'acer hem de saber el volum del motlle que tindrem, per saber el pes d'aquest i seguidament amb el cost per quilogram de l'acer arribarem a trobar el cost de l'acer utilitzat en la fabricació del motlle.

El cost de l'acer utilitzat en la fabricació del motlle serà constant. Hi ha motlles molt diversos i de mides diferents però totes les peces que compararem tenen unes dimensions similars, és a dir, són peces que han d'entrar dins la cubeta de la impressora 3D. D'aquesta manera a partir de les dimensions volumètriques de la cubeta d'impressió 3D podem arribar a la mida real del motlle que podrem realitzar. Serà un motlle de la següent forma:

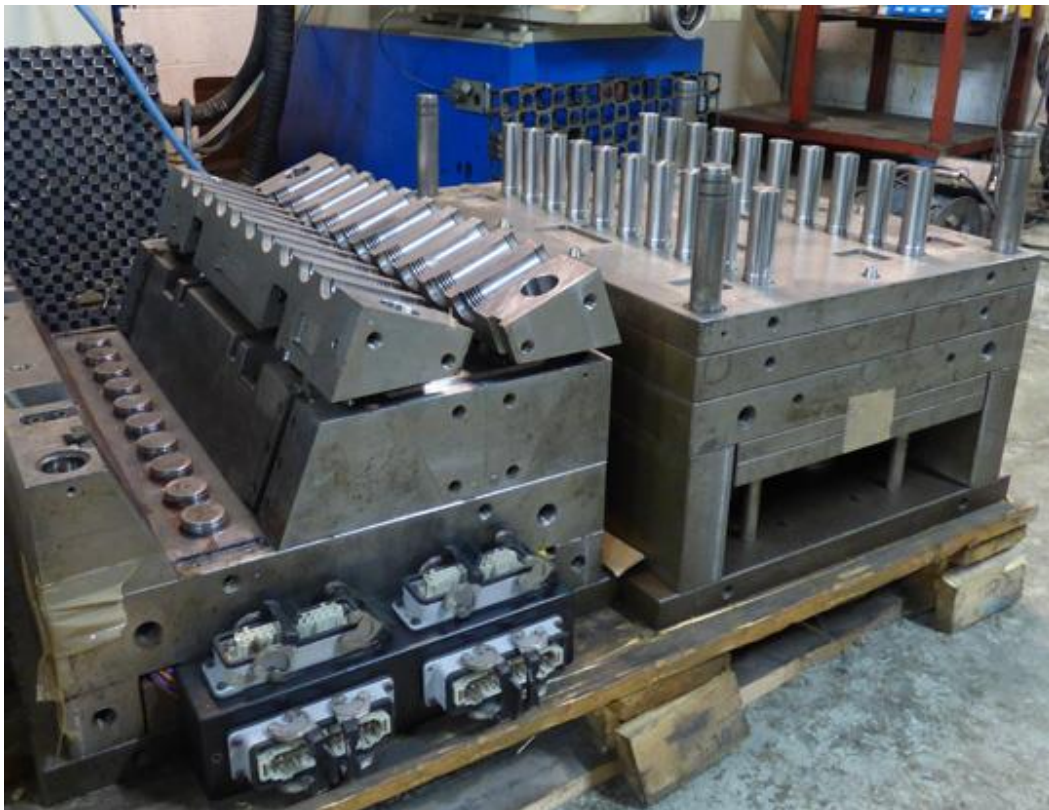


Figura 2.3.2.1.1. Motlle d'injecció

En el nostre cas el motlle farà 450mm d'amplada, 550mm de llargada i 1000mm d'alçada. Per tant, el volum del motlle serà:

$$Volum\ motlle = llargada \cdot amplada \cdot alçada \quad (Eq. 2.2.2.2.1.1)$$

Si substituïm numèricament en el nostre cas:

$$Volum\ motlle = 0,55m \cdot 0,45m \cdot 1m = 0,2475\ m^3$$

Després de calcular el volum del motlle el següent pas és aconseguir el valor de la massa d'aquest i, posteriorment acabar trobant el valor del cost de l'acer utilitzat en la fabricació.

En la fabricació de motlles es poden utilitzar diferents acers, ara bé, la densitat dels quals no té una variació significativa en la densitat. Podem trobar algunes variacions però en cap cas afecten significativament al pes del motlle ni com a conseqüència en el cost de l'acer utilitzat per a la fabricació d'aquest.

Per tant si calculem la massa del motlle:

$$Massa\ motlle = Volum\ motlle \cdot densitat\ acer \quad (Eq. 2.2.2.2.1.2)$$

Si substituïm numèricament:

$$Massa\ motlle = 0,2475\ m^3 \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} = 1942,9\ kg \approx 2000\ kg$$

L'últim pas per acabar calculant el cost de l'acer utilitzat en la fabricació del motlle és multiplicar la massa d'aquest pel preu que ens cost el kg d'acer, que és de 1,82 €/kg segons les dades oficials de l'empresa. D'aquesta manera:

$$Cost\ acer\ utilitzat = 2000\ kg \cdot 1,98\ \frac{€}{kg} = 3960\ € \approx 4000\ €$$

2.3.2.2.2 Cost del desenvolupament d'enginyeria

Aquest cost és absolutament variable. Les hores de dedicació del desenvolupament d'enginyeria al disseny d'un motlle varien en funció de la complexitat de la peça. Com més complicada sigui la peça més hores d'enginyeria s'hauran de destinar al disseny del motlle i, per tant, això farà que el cost del desenvolupament d'enginyeria augmenti notablement.

Per fer una estimació del càlcul del cost del desenvolupament d'enginyeria hem recorregut a l'experiència de 40 anys que té l'empresa. Durant tots aquests anys s'han dedicat al desenvolupament i posteriorment a la fabricació de tot tipus de motlles, per tant, podem fer estimacions sobre les hores de desenvolupament d'enginyeria que seran necessàries per dur a terme el projecte.

Per quantificar aquest cost s'ha fet una classificació segons la dificultat de la peça la qual es vulgui desenvolupar el motlle. Tenim fins a 4 nivells de dificultat on el número 1 és el més senzill i bàsic, la peça no és molt complexa i això implica que el motlle que es desenvoluparà no necessitarà mecanismes externs en el motlle. En canvi, un nivell de dificultat 4 implica una peça bastant complicada i necessitarà més hores d'enginyeria.

Finalment, gràcies a la base de dades de l'empresa podem establir el percentatge respecte a el cost del motlle que fa referència al cost del desenvolupament de les hores d'enginyeria. D'aquesta manera establim:

- Motlle de dificultat 1: el cost del desenvolupament d'enginyeria és d'un 12% respecte a el cost total del motlle.
- Motlle de dificultat 2: el cost del desenvolupament d'enginyeria és d'un 16% respecte a el cost total del motlle.
- Motlle de dificultat 3: el cost del desenvolupament d'enginyeria és d'un 21% respecte a el cost total del motlle.
- Motlle de dificultat 4: el cost del desenvolupament d'enginyeria és d'un 26% respecte el cost total del motlle.

Com es pot veure en les dades citades prèviament a mesura que augmenta la complexitat de la peça va augmentant la despesa en desenvolupament d'enginyeria en detriment de la despesa en material.

Com hem dit anteriorment en aquest treball només tractarem peces d'una mida en concret, aquelles que com a requisit tinguin les dimensions suficients per entrar dins la impressora, per tant, a més complexitat augmentarà el cost en desenvolupament d'enginyeria en detriment del percentatge del cost en la despesa de material utilitzat en la fabricació del motlle, ja que aquest serà a constant.

2.3.2.2.3 Cost de la fabricació del motlle

Aquest cost és el que engloba més feines a realitzar per realitzar la fabricació del motlle, per tant, serà el cost amb el valor més elevat si el comparem respecte a els altres costos que tenim. Aquest cost comprèn la mecanització de totes les parts que formaran part del motlle, dins d'aquest procés de mecanització tenim quatre processos ben diferenciats que els agrupem en tecnologia d'arrencament de ferritja i el procés d'ajustament:

- Tecnologia d'arrencament de ferritja
 - Desbast
 - Semi desbast
 - Acabat
- Procés d'ajustament
 - Ajust del motlle

El primer procés que té lloc al taller és el de desbast. Durant aquest procés s'extreu la ferritja de l'acer que ha arribat inicialment a grans quantitats, definint la geometria de la peça però sense arribar a les dimensions finals.

L'operació de semi desbast és un nivell més després de l'operació de desbast. Es continua extraient la ferritja del bloc d'acer que havia arribat inicialment i anem arribant a les dimensions finals que tindrà la peça que s'està mecanitzant.

Finalment, l'última operació pel que fa a les operacions d'acabat són totes aquelles que comprenen el procés de la tecnologia d'arrencament de ferritja on s'arriba a les dimensions de la peça desitjada, després d'aquest procés no es continua extraient ferritja simplement es dona per finalitzat el procés d'arrencament de la ferritja i ja s'obté la peça completament mecanitzada i acabada preparada pel següent procés.

Seguidament tenim el procés d'ajustament, aquest consta d'unir totes les peces que formen part del motlle que estem fabricant. És molt important aquest procés, a mesura que es van muntant el motlle es van comprovant que totes les peces estiguin dins les toleràncies dimensionals que cadascuna d'elles té. Si alguna de les peces no és vàlida s'hauria de tornar a repetir per tal d'evitar que surtin les peces deformades o que el motlle tinguin una mala refrigeració.



Figura 2.3.2.2.3.1. Operari treballant amb la premsa en el procés d'ajustament d'un motlle

Aquest cost és variable de la mateixa manera que ho és el cost del desenvolupament d'enginyeria, en funció del nivell de complicació de la peça seran necessàries més hores de mecanitzat. Això és conseqüència que el motlle al ser més complex requerirà més peces en la seva fabricació, per tant, s'hauran de mecanitzar més peces i com a conseqüència de tot això es necessitaran més hores de muntatge de motlle en el procés d'ajust del motlle.

Finalment, amb el suport de la base de dades de l'empresa podem establir el percentatge respecte a el cost del motlle que anirà associat amb el cost de la fabricació del motlle. Queda de la següent manera:

- Motlle de dificultat 1: el cost de la fabricació del motlle és d'un 58% respecte al cost total del motlle.
- Motlle de dificultat 2: el cost de la fabricació del motlle és d'un 60% respecte al cost total del motlle.
- Motlle de dificultat 3: el cost de la fabricació del motlle és d'un 61% respecte al cost total del motlle.
- Motlle de dificultat 4: el cost de la fabricació del motlle és d'un 67% respecte al cost total del motlle.

2.4. Algoritme de l'aplicació

Fins fa poc, dins l'espai de l'empresa per cada peça que hi havia la possibilitat de ser produïda mitjançant la tecnologia de la impressió 3D amb la Multi Jet Fusion 4200 de HP o mitjançant la tecnologia de motlles d'injecció s'havia de fer tots els càlculs realitzats anteriorment per tal de poder fer l'oferta de les dues opcions. D'aquí neix la idea del desenvolupament de l'aplicació per tal que amb uns determinats inputs, unes dades de la peça, hi hagués la possibilitat de rebre automàticament un preu en cas de produir mitjançant la impressió 3D o el preu del motlle d'injecció que s'hauria de fer.

Les dades que s'haurien de donar com a valors inicials per tal que l'aplicació faci els càlculs són els que es defineixen a continuació:

- Longitud de la peça
- Amplada de la peça
- Alçada de la peça
- Volum de la peça
- nº de peces a fabricar
- Tolerància màxima admissible
- Espessor de paret mínima
- Nivell de dificultat

Els inputs que fan referència a la longitud, amplada i alçada de la peça són utilitzats en el càlcul de costos de la impressió 3D mitjançant la Multi Jet Fusion 4200. Amb aquestes dades podem crear una “virtual box” on ubicar la peça que volem fabricar i així saber el nombre exacte de peces que podem fabricar en cada impressió.

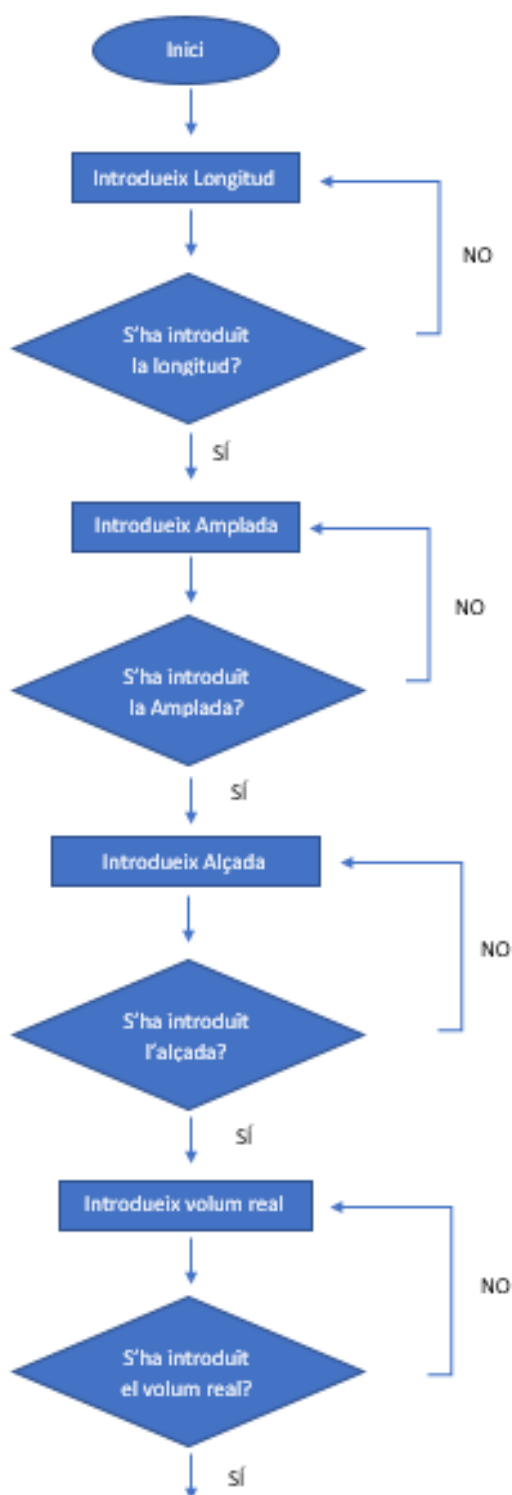
Pel que fa al volum de la peça el necessitem per saber la quantitat de PA12 que utilitzarem per crear les peces. També a partir d'aquesta dada podem saber el valor de la PA12 perduda

El nombre de peces a fabricar significa la quantitat total que el client vol produir. No ens referim al nombre de peces que podem fabricar amb una impressió, sinó a totes les que volem acabar produint. Aquesta dada és clau, tot i que la tecnologia de la Multi Jet Fusion 4200 de HP és puntera en el món de la indústria 3D té les seves limitacions. A partir de 7 impressions la producció de peces mitjançant la impressió 3D és complicada, per tant, el nostre algoritme calcula quantes peces podem realitzar amb una impressió i si necessitem més d'una impressió ens advertirà de la situació.

Seguidament, els inputs de tolerància màxima admissible i el de l'espessor de paret mínima són de comprovació. La tecnologia de motlles d'injecció no té problemes amb gruixos de parets molt prims i pot crear motlles que produeixin peces d'una precisió molt elevada, en canvi, la Multi Jet Fusion 4200 té les seves limitacions. A partir de peces que tinguin alguna zona de la seva geometria inferior als 0,5mm podem tenir problemes amb aquella part de la peça, es pot trencar. També té una tolerància màxima admissible de $\pm 0,2$.

Finalment l'input de nivell de dificultat es refereix exclusivament a la tecnologia de fabricació de motlles per injecció. En aquest input, segons la dificultat de la geometria de la peça que es vulgui fer tindrà un valor o un altre.

A continuació plantejo l'algoritme de tota l'aplicació on al final de tot faré una explicació detallada del pas a pas.



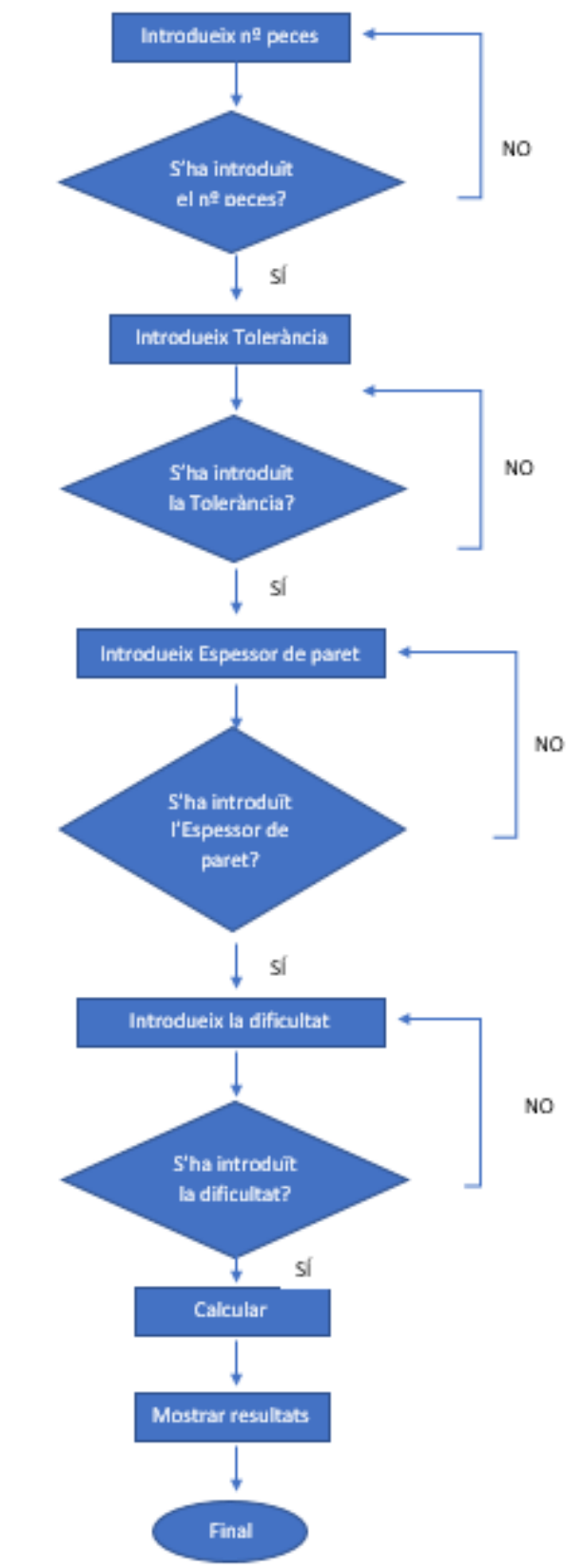


Figura 2.4.1. Algoritme del funcionament de l'aplicació del treball

3. CAPÍTOL 3: DISSENY I IMPLEMENTACIÓ

3.1. Temporització

Tasques/Setmanes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investigar sobre la tecnologia d'impressió 3D mitjançant la Multi Jet Fusion 4200, investigar sobre la tecnologia de motlles d'injecció.															
Comprovar que amb les dades trobades amb l'investigació es poden calcular els costos de la fabricació de peces amb la 3D i els costos dels motlles															
Realitzar els càlculs amb l'Excel dels costos associats a la tecnologia d'impressió 3D amb la Multi Jet Fusion 4200 i motlles.															
Definir un diagrama de flux que sigui l'estructura bàsica on es recolzarà el desenvolupament de l'aplicació del treball															
Investigar, aprendre i comprendre tot de funcions diverses dels llenguatges a utilitzar en el desenvolupament del TFG. Els llenguatges són HTML, CSS i Javascript.															
Dissenyar l'estructura de l'aplicació utilitzant el															
Donar estils a tota la estructura creada prèviament amb HTML amb el llenguatge de CSS.															
Donar una dinamització a l'aplicació creada amb Javascript. Gràcies a la part de programació amb Javascript podem passar els resultats calculats amb Excel a llenguatge de programació.															
Fer un nou disseny de la aplicació de la part de càlculs per tal que tingui un format que es pugui imprimir amb la comparació.															
Posar a prova el funcionament de la aplicació amb casos reals d'ofertes que arriben a la empresa i a la fira <i>Advanced Factories</i> .															

Com es pot observar en el diagrama de Gantt presentat anteriorment he tingut una divisió de tasques bastant esquematitzada. És clau en el desenvolupament de qualsevol treball o projecte fer un diagrama de Gantt per tal de tenir d'una forma molt clara totes les tasques que s'hauran de dur a terme al llarg del projecte i en quin moment.

En aquest treball hi ha hagut unes setmanes inicials d'investigació i comprovació de la viabilitat de la feina que s'havia de fer. Aquestes van ser realitzades dins l'espai de l'empresa, recercant informacions i iniciant els primers càlculs.

El següent pas va ser la realització de tots els càlculs amb el programa Excel, d'aquesta vam definir molt clarament què havia de calcular la futura aplicació i en funció de quines variables.

A partir d'aquest punt ja tenir totes les tasques relacionades amb el disseny, desenvolupament i implementació de l'aplicació. Primer de tot es va definir què havia de fer l'aplicació, què es volia que fes. Seguidament vaig haver d'invertir una part important del temps del treball en aprendre els llenguatges de programació que necessitava per dur a terme el desenvolupament de l'aplicació.

Els següents passos van ser posar a pràctica els coneixements adquirits anteriorment i programar definitivament l'aplicació.

Per acabar el treball, un cop finalitzada l'aplicació es va posar en funcionament i vam fer un seguit de proves amb casos reals. La vam provar per pressupostar dues peces en l'àmbit de la fira *Advanced factories*.

3.2. Descripció i funcionament de l'aplicació

Un dels objectius de l'aplicació a desenvolupar en aquest treball no era exclusivament l'apartat de pressupostar peces per impressió 3D amb la Multi Jet Fusion 4200 o amb la tecnologia de motlles. També es volia que aquesta tingués una sèrie d'aspectes visuals i apartats que, en cas de participar en alguna fira relacionada amb el món del motlle o de la tecnologia 3D, donés una molt bona imatge al client.

Per això l'aplicació consta de 3 espais diferents entre ells. Que són:

- Inici
- Història i Evolució
- Pressupost a l'instant

3.2.1. Inici

La primera, és la pàgina d'inici on et dona la benvinguda a l'aplicació. Aquesta consta d'un vídeo presentació de HP on es presenta la impressora Multi Jet Fusion 4200 i explica com funciona la tecnologia d'impressió que utilitza.

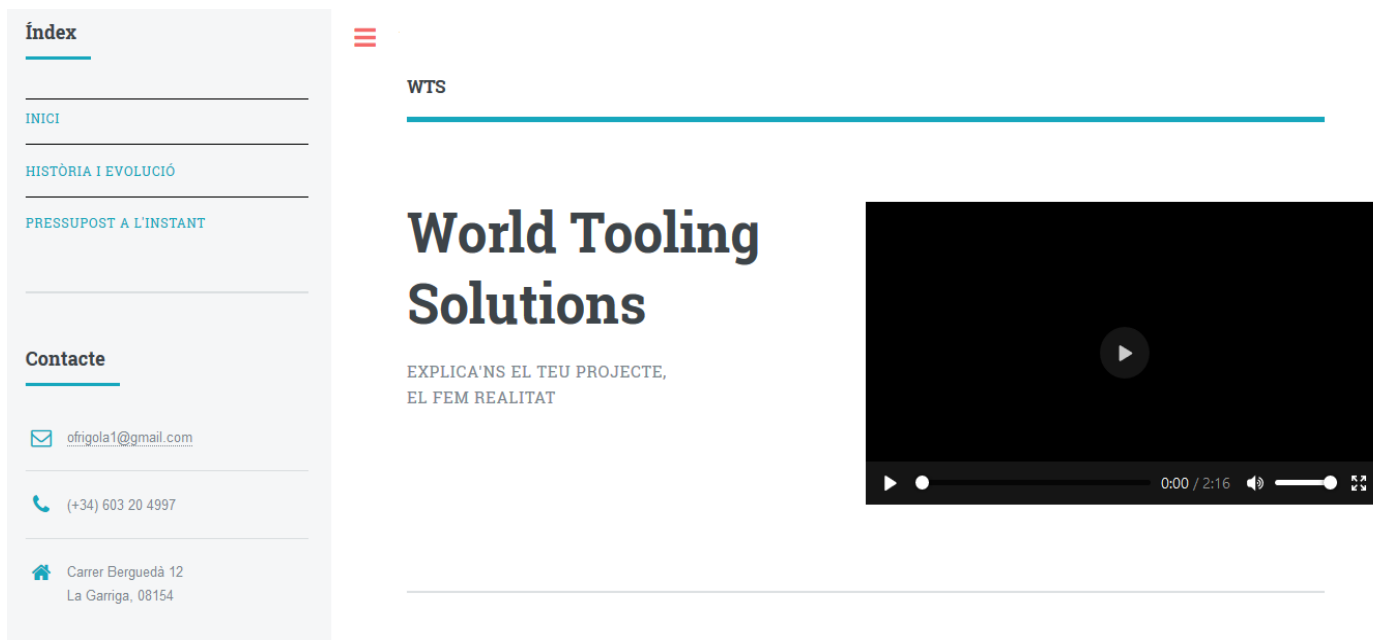


Figura 3.2.1.1. Captura de la pàgina d'inici superior

Aquesta primera part també té un apartat anomenat *Les nostres creacions*. En aquest apartat es poden veure imatges de peces que s'han imprès amb la tecnologia 3D de la Multi Jet Fusion 4200. Les peces que apareixen en aquest apartat són aquelles que, per diferents motius, no les hem pogut portar físicament a la fira en qüestió o si es tracta d'un client que visita la nostra empresa vam entregar les peces al client i aquest les necessita per la seva utilització. D'aquesta manera podem donar un espectre més ampli de peces que hem fabricat i, a part de les que es poden veure i tocar físicament també en tenim d'altres.

Aquesta segona part queda de la següent manera:

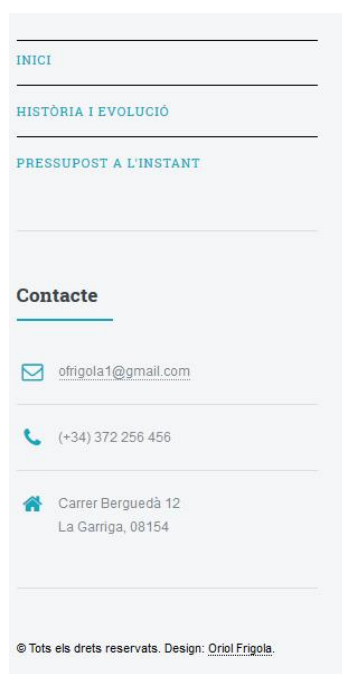


Figura 3.2.1.2. Captura de la pàgina d'inici inferior

3.2.2. Història i evolució

En aquesta segona pàgina de l'aplicació s'expliquen els inicis de l'empresa. Quan va ser fundada a què es dedicaven i com han anat evolucionant fins a arribar a l'actualitat. La importància d'aquest apartat de l'aplicació és que et dona l'opció d'explicar com ha anat evolucionant l'empresa al llarg de tots els anys. Aquest veu que són molts els anys d'experiència i que una empresa que es dedica al món de la fabricació a la indústria que tingui tants anys d'experiència és per algun motiu.

També aquest part de la pàgina et dona l'opció d'explicar perquè l'empresa s'ha endinsat en el món de la fabricació de peces mitjançant la impressió 3D amb la Multi Jet Fusion 4200 de HP. La primera part d'aquesta pàgina queda així:



World Tooling Solutions

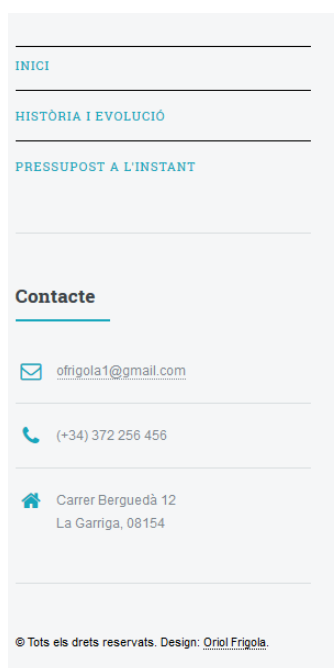
La nostra història



Figura 3.2.2.1. Captura de la pàgina d'història superior

A diferència de la primera part, on veiem tan sols una imatge de l'entrada de l'empresa, en la segona ja es poden observar les breus explicacions sobre l'inici, evolució i mentalitat que segueix l'empresa. Aquestes breus descripcions que apareixen a l'aplicació són simplement per donar peu a l'empleat de l'empresa perquè faci una mica d'explicació al client, sobre com es va començar, com s'ha evolucionat i quina filosofia de pensar es segueix.

La segona part de l'apartat d'història i evolució queda de la següent manera:



Inicis

Des de la seva fundació al 1973 Talleres Rogasa sempre hem tingut vocació de servei tecnològic. Vam començar com una empresa dedicada a la fabricació de prototips mecànics i manteniment de diverses instal·lacions industrials. No va ser fins al 1980, quan després de realitzar una eficaç reconversió tecnològica ens vam endinsar en el món de la fabricació de motlles per a la injecció de plàstics.

Evolució

Els temps canvien i això implica que les necessitats dels nostres clients també, juntament amb les necessitats del mercat. Per tal de poder satisfer aquesta demanda al 2017 vam crear l'empresa World Tooling Solutions (WTS), on ens dediquem a la impressió 3D amb la maquinària més potent del moment, la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP.

Mentalitat

La nostra filosofia de treball i eficiència no ha variat ni un mil·límetre en tots aquests anys. La nostra responsabilitat és oferir solucions tecnològiques als nostres clients i ho fem de forma integral. Els acompanyem en tot el procés de desenvolupament, des de la primera idea a la nostra zona d'enginyeria, la fabricació, els controls de qualitat fins a oferir el servei de modificació i reparació un cop obtingut el producte final. Per tant, tenim un compromís que només el podem agafar si ens avala una experiència de més de 35 anys en el sector.

Figura 3.2.2.2. Captura de la pàgina d'història inferior

En aquest apartat és clau la capacitat d'explicar i atraure el client que té l'empleat de l'empresa. És un apartat menys visual per tant s'ha de tenir un bon nivell d'explicació oral.

3.2.3. Pressupost a l'instant

Finalment arribem a la pàgina més important de la nostra aplicació. Aquesta presenta un estil de formulari, és a dir, podem observar diferents requadres on a cada un d'ells ens diu el que s'hi ha de posar. Per començar, tenim els requadres formats pels inputs de l'aplicació, aquells on hem d'escriure les variables per tal que posteriorment amb un sol clic s'executi la funció programada i així mostrar els resultats obtinguts. La part inicial dels inputs queda així:

Índex

INICI

HISTÒRIA I EVOLUCIÓ

PRESSUPOST A L'INSTANT

Contacte

✉ ofrigola1@gmail.com

☎ (+34) 372 256 456

🏠 Carrer Berguedà 12
La Garriga, 08154

Pressupost a l'instant

Comparativa

La nostra empresa ofereix la possibilitat de realitzar els projectes mitjançant dues vies. La primera i la que portem molts anys fent és la fabricació de motlles. D'altra banda des de fa dos anys estem en condicions d'oferir la possibilitat d'imprimir peces en 3D. Per tal que la satisfacció del client sigui la desitjada fem una comparativa per tal de trobar el millor mètode.

Longitud (mm) *

Amplada (mm) *

Alçada (mm) *

Figura 3.2.3.1 Captura de la pàgina de pressupost on tenim els inputs dimensionals

Index

INICI

HISTÒRIA I EVOLUCIÓ

PRESSUPOST A L'INSTANT

Contacte

✉ ofrigola1@gmail.com

☎ (+34) 372 256 456

🏠 Carrer Berguedà 12
La Garriga, 08154

Peces *

Tolerància (mm) *

Slider value = 0.81

Espessor de paret mínima (mm) *

Nivell dificultat peça *

1

Tipus acer *

P20

Figura 3.2.3.2. Captura de la pàgina de pressupost on tenim inputs de peces, tolerància, espessor i dificultat

Podem observar com els camps que consten d'un asterisc són aquells que necessàriament han de ser omplerts per tal que l'aplicació creada realitzi el càlcul del pressupost de forma correcta.

Finalment tenim l'espai on apareixen els camps dels valors calculats pel programa, diferenciats en dues columnes. A la columna de l'esquerra tenim els camps de resultats de la fabricació de motlles i, a la columna dreta, els camps de resultat que formen part de la impressió 3D.

Index

INICI

HISTÒRIA I EVOLUCIÓ

PRESSUPOST A L'INSTANT

Contacte

✉ ofrigola1@gmail.com

☎ (+34) 372 256 456

🏠 Carrer Berguedà 12
La Garriga, 08154

© Tots els drets reservats. Design: Oriol Frigola

Fabricació de motlles

Cost Acer

Cost motlle

Preu motlle

Preu peça

Impressió 3D

Electricitat

Cost material

Cost Consumibles

Amortització màquina

Cost operari

Peces cubeta

Figura 3.2.3.3. Captura de l'espai de resultats finals (1)


Índex


[INICI](#)


[HISTÒRIA I EVOLUCIÓ](#)

[PRESSUPOST A L'INSTANT](#)

Contacte

 ofrigola1@gmail.com

 (+34) 372 256 456

 Carrer Berguedà 12
La Garriga, 08154

© Tots els drets reservats. Diseny: [Oriol Frigola](#)

Cost operari

Peces cubeta

Cubetes a fer

Cost total cubeta

Cost peça

Preu final cubeta

Preu peça

CALCULA EL PREU

IMPRIMIR

Figura 3.2.3.4. Captura de l'espai de resultats finals (2)

Per acabar, un cop s'han situat tots els inputs a lloc i s'ha executat l'aplicació apareixen els resultats. Cada camp conté el valor del preu calculat. Per tal d'afavorir l'aplicació i per millorar la relació entre client i l'empresa habilitat l'opció d'imprimir els resultats obtinguts, d'aquesta manera es pot enviar al client o emportar-se el full de resultats comparatius i valorar-ho tranquil·lament en l'àmbit de la seva empresa. Queda de la següent manera:

World Tooling Solutions

Fabricació de motlles

Cost Acer

4000

Cost motlle

13300

Preu motlle

15960

Preu peça

13.3

Impressió 3D

Electricitat

30.704

Cost material

243.8765896634317

Cost Consumibles

60.745714285714286

Amortització màquina

1142.857142857143

Cost operari

50

Peces cubeta

62.02497057878381

Cubetes a fer

16.12253888504155

Cost total cubeta

1528.1834468062889

Cost peça

24.638197044611218

Preu final cubeta

1833.8201361675467

Preu peça

29.56583645353346

Figura 3.2.3.5. Captura de l'espai de resultats finals (3)

3.3. Posada a prova de l'aplicació i resultats

Un cop finalitzats tots els càlculs, el disseny de l'aplicació i la creació d'aquesta falta posar tot allò construït a prova. Tenim dos exemples de peces l'oferta de les quals va ser basada en l'aplicació desenvolupada en aquest treball de fi de grau.

3.3.1. *Bracket regulable*

La primera peça que vam realitzar l'oferta va ser el *Bracket Regulable*, el dibuix 3D de la qual és el següent:

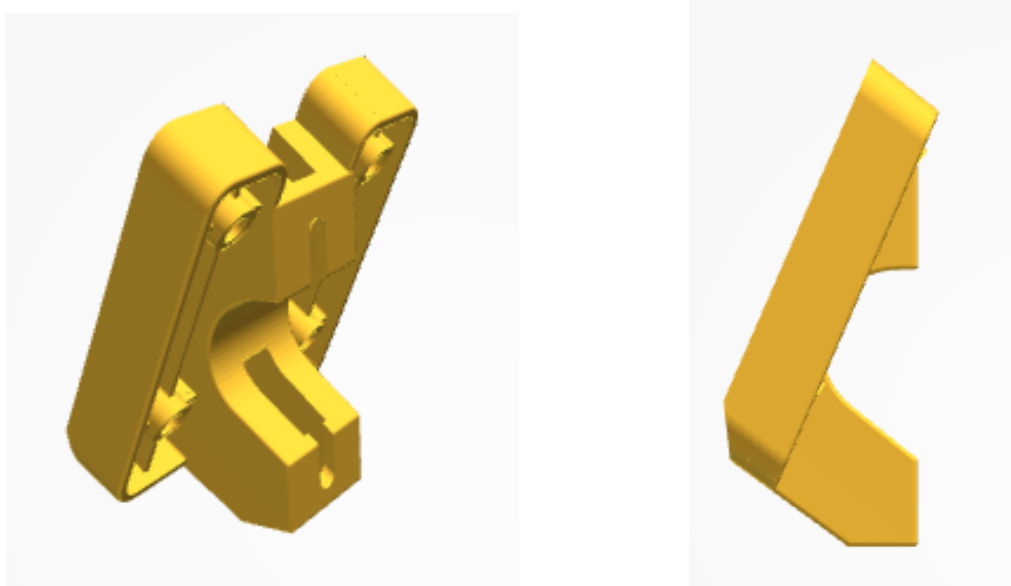


Figura 3.3.1.1. Imatge 3D del *Bracket Regulable*

Una vegada tenim la peça que volem estudiar es comença el procés d'utilització de l'aplicació. Aquest procés constarà dels següents passos:

- Introduir longitud, amplada i alçada.
- Introduir volum real de la peça
- Introduir el nº de peces que es volen fabricar
- Introduir la tolerància màxima admissible
- Introduir l'espessor de paret mínima
- Introduir nivell de dificultat de la peça

3.3.1.1. Introduir la longitud, amplada i alçada

Simplement en aquest apartat hem de situar la peça dins la cubeta virtual del software de HP. Un cop la tenim allà simplement demanem al programa un informe de la peça i aquest ens retorna les dades dimensionals de la peça. En aquest exemple tenim:

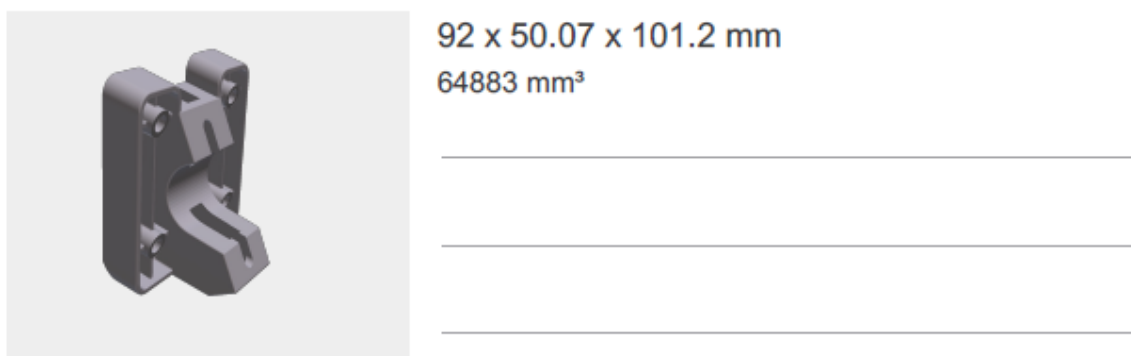


Figura 3.3.1.1.1. Detall de les dimensions i volum del *Bracket Reglable*

Seguidament només ens cal traspasar les dades dimensionals a l'aplicació. Que queda finalment:

Longitud (mm) *

92

Amplada (mm) *

50,07

Alçada (mm) *

101,02

Figura 3.3.1.1.2. Detall de les dimensions introduïdes a l'aplicació

3.3.1.2. Introduir volum real de la peça

Com es pot observar a l'anterior imatge, a més a més de dir les dimensions de la peça també ens dona el valor numèric del volum real de la peça. En aquest cas és de 64883 mm^3 però hem de tenir en compte que a l'aplicació el volum s'ha d'introduir en cm^3 . Finalment, el valor de volum que hem d'introduir a l'aplicació és de $64,883 \text{ cm}^3$. Resumit a l'aplicació tenim:

Volum real peça (cm^3)*

64,883

Figura 3.3.1.2.1. Detall del volum introduït a l'aplicació

3.3.1.3. Introduir el nombre de peces que es volen fabricar

En aquest apartat simplement hem d'introduir el valor del nombre de peces que el client vol acabar fabricant. Aquest apartat és clau, ja que el nombre de peces a fer influeix de manera notable en els preus i en funció del nombre de peces introduït ens decantarem cap a una opció de fabricació o una altra. En aquest cas en concret són unes 1000 peces, per tant:


Peces *

Figura 3.3.1.3.1. Detall del nombre de peces introduïdes a l'aplicació

3.3.1.4. Introduir la tolerància màxima admissible

En aquest cas concret que estem fent d'exemple la tolerància màxima que podem admetre és de 0,31 mm i d'aquesta manera en donem constància a l'aplicació:

Tolerància (mm) *



Slider value = 0.31

Figura 3.3.1.4.1. Detall de la tolerància introduïda a l'aplicació

3.3.1.5. Introduir l'espessor de paret mínima

En la casuística de la peça del *Bracket Regulable* tenim que la paret on té un espessor mínim és de 0,5mm, queda:

Espessor de paret mínima (mm) *



Valor d'espessor de paret = 1.11

Figura 3.3.1.5.1. Detall de l'espessor introduïda a l'aplicació

3.3.1.6. Introduir nivell de dificultat de la peça

En aquest cas tenim una peça geomètricament simple. És relativament gran però no té complicacions geomètriques, és una peça que no té negatius ni zones on podríem tenir problemes a l'hora d'expulsar la peça del motlle. Per tant, és un clar exemple que el nivell de dificultat de la peça és d'1.

Nivell dificultat peça *

Figura 3.3.1.6.1. Detall del nivell de dificultat introduït a l'aplicació

Arribats a aquest punt ja hem introduït tots els valors necessaris per a executar l'aplicació i que aquesta ens calculi tots els camps necessaris per acabar obtenint els preus de les ofertes finals. Un cop executem l'aplicació i ho tenim tot calculat queda de la següent forma:

World Tooling Solutions

Fabricació de motlles

Cost Acer

Cost motlle

Preu motlle

Preu peça

Impressió 3D

Electricitat

Cost material

Cost Consumibles

Amortització màquina

Cost operari

Peces cubeta

Cubetes a fer

Cost total cubeta

Cost peça

Preu final cubeta

Preu peça

Figura 3.3.1.6.2. Detall dels resultats finals obtinguts

3.3.2. *Trident dispersador*

El segon exemple el qual vam posar a prova el programa de l'aplicació realitzada va ser una peça més complicada. Era aquesta:

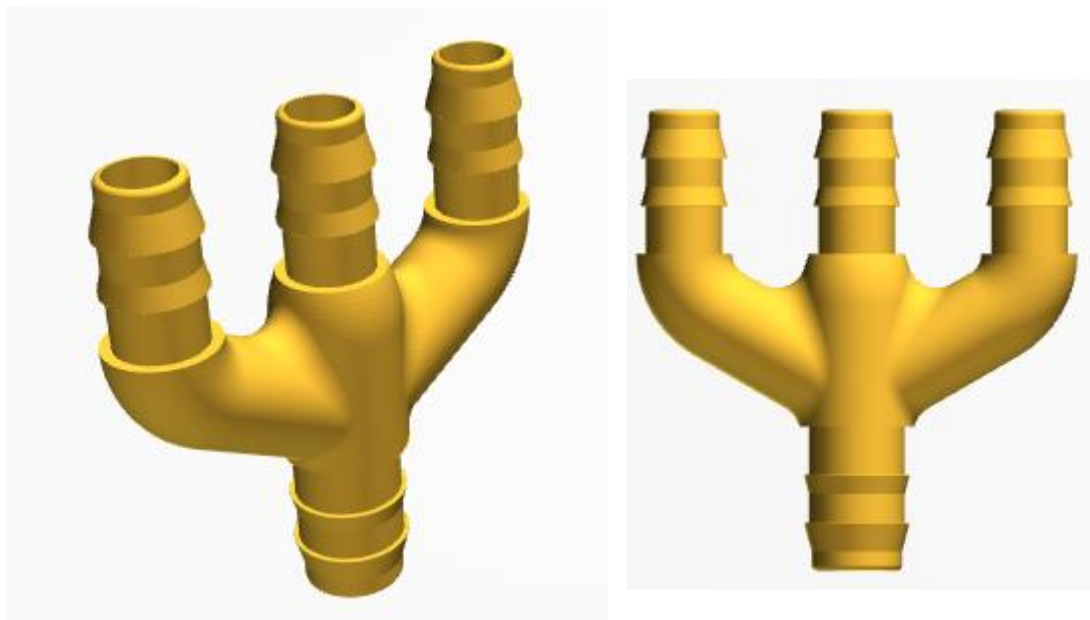


Figura 3.3.2.1. Imatge 3D del *Trident dispersador*

De la mateixa manera que s'ha realitzat amb l'exemple anterior hem d'anar introduint els diferents inputs a l'aplicació per tal que aquesta calculi.

3.3.2.1. Introduir la longitud, amplada i alçada

Simplement en aquest apartat hem de situar la peça dins la cubeta virtual del software de HP. Un cop la tenim allà simplement demanem al programa un informe de la peça i aquest ens retorna les dades dimensionals de la peça. En aquest exemple tenim:

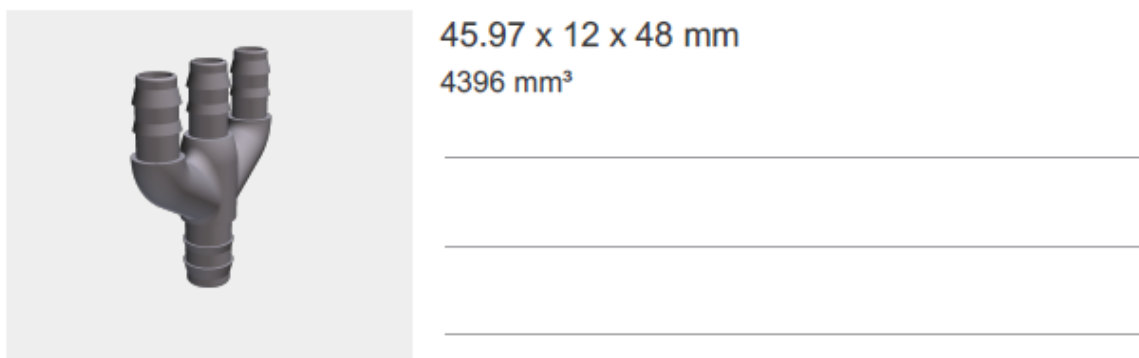


Figura 3.3.2.1.1. Detall de les dimensions i volum del *Trident dispersador*

fdhsgfkshdkjf

Longitud (mm) *

45,97

Amplada (mm) *

12

Alçada (mm) *

48

Figura 3.3.2.2. Detall de les dimensions introduïdes a l'aplicació

3.3.2.2. Introduir volum real de la peça

Com es pot observar a l'anterior imatge, a més a més de dir les dimensions de la peça també ens dona el valor numèric del volum real de la peça. En aquest cas és de 64883 mm^3 però hem de tenir en compte que a l'aplicació el volum s'ha d'introduir en cm^3 . Finalment, el valor de volum que hem d'introduir a l'aplicació és de $64,883 \text{ cm}^3$. Resumit a l'aplicació tenim:

Volum real peça (cm^3)*

4,396

Figura 3.3.2.2.1. Detall del volum introduït a l'aplicació

3.3.2.3. Introduir el nombre de peces que es volen fabricar

En aquest apartat simplement hem d'introduir el valor del nombre de peces que el client vol acabar fabricant. Aquest apartat és clau, ja que el nombre de peces a fer influeix de manera notable en els preus i en funció del nombre de peces introduït ens decantarem cap a una opció de fabricació o una altra. En aquest cas en concret són unes 1000 peces, per tant:

Peces *

1000

Figura 3.3.2.3.1. Detall del número de peces introduïdes a l'aplicació

3.3.2.4. Introduir la tolerància màxima admissible

En aquest cas concret que estem fent d'exemple la tolerància màxima que podem admetre és de 0,31 mm i d'aquesta manera en donem constància a l'aplicació:

Tolerància (mm) *



Slider value = 0.31

Figura 3.3.2.4.1. Detall de la tolerància introduïda a l'aplicació

3.3.2.5. Introduir l'espessor de paret mínima

En la casuística de la peça del *Bracket Regurable* tenim que la paret té una espessor mínima de 0,81mm, queda:

Espessor de paret mínima (mm) *



Valor d'espessor de paret = 0.81

Figura 3.3.1.5.1. Detall de l'espessor introduïda a l'aplicació

3.3.2.6. Introduir nivell de dificultat de la peça

En aquest cas tenim una peça geomètricament simple. És relativament gran però no té complicacions geomètriques, és una peça que no té negatius ni zones on podríem tenir problemes a l'hora d'expulsar la peça del motlle. Per tant, és un clar exemple que el nivell de dificultat de la peça és d'1.

Nivell dificultat peça *

Figura 3.3.2.6.1. Detall del nivell de dificultat introduït a l'aplicació

Arribats a aquest punt ja hem introduït tots els valors necessaris per a executar l'aplicació i que aquesta ens calculi tots els camps necessaris per acabar obtenint els preus de les ofertes finals. Un cop executem l'aplicació i ho tenim tot calculat queda de la següent forma:

World Tooling Solutions

Fabricació de motlles

Cost Acer

4000

Cost motlle

22300

Preu motlle

26760

Preu peça

22.3

Impressió 3D

Electricitat

30.704

Cost material

209.08455702657935

Cost Consumibles

60.745714285714286

Amortització màquina

1142.857142857143

Cost operari

50

Peces cubeta

784.8590115923694

Cubetes a fer

1.2741141851338875

Cost total cubeta

1493.3914141694365

Cost peça

1.9027511847504355

Preu final cubeta

1792.0696970033239

Preu peça

2.2833014217005227

Figura 3.3.1.6.2. Detall dels resultats finals obtinguts

4. CAPÍTOL 4: MANUAL DE L'USUARI

4.1. Prefaci

Les descripcions que tindran lloc a continuació formen part del manual de l'usuari de l'aplicació per a calcular pressupostos per impressió 3D i motlles. Aquesta aplicació en concret està dissenyada per pressupostar peces per a realitzar una producció en sèrie mitjançant la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP o bé fabricant un motlle a l'empresa World Tooling Solutions.

Aquest manual consta d'una breu introducció al sistema de l'aplicació i la seva finalitat, esmentarà els requisits previs necessaris per a utilitzar l'aplicació i finalment un apartat on s'exposen els principals problemes o advertències que es pot tenir a l'utilitzar el programa.

4.2. Introducció al sistema

L'aplicació ha estat dissenyada amb l'objectiu de ser utilitzada per a generar un pressupost per a una producció de peces en sèrie mitjançant la impressora 3D Multi Jet Fusion 4200 de HP o bé fabricant un motlle a l'empresa World Tooling Solutions.

Aquesta aplicació té la finalitat d'agilitzar la feina de pressupostar les diferents peces que volen acabar produint els clients de World Tooling Solutions per tal d'acabar augmentat la producció i optimitzar el temps invertit en generar pressupostos.

Tot i que l'aplicació pot ser executada sense que l'usuari estigui obligatòriament connectat a internet des del manual de l'usuari es recomana que no es porti a terme d'aquesta manera. De ser així no es pot garantir el 100% del funcionament de l'aplicació.

4.3. Requisits previs

L'usuari de l'aplicació ha de tenir coneixements avançats de les tecnologies d'impressió 3D i també de la fabricació de motlles. Els punts que s'esmenen a continuació són essencials:

- Coneixement del funcionament de la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP
- Conèixer el funcionament bàsic d'un motlle

Tot i que els dos punts citats anteriorment són teòrics és molt important que es compleixin. L'usuari ha de ser capaç de saber interpretar les dades que se li demanen a l'aplicació i també els resultats. És molt important que en cas d'arribar a un punt on els resultats finals no entren dins la normalitat aquest ha de tenir la capacitat per veure on s'ha equivocat.

També és molt important saber el funcionament d'un motlle per establir el nivell de dificultat que té la peça d'estudi, aquest detall és molt important en el pressupost final.

4.4. Funcionament de l'aplicació

A continuació es detallarà el pas a pas que s'ha de realitzar per fer un ús correcte de l'aplicació.

1. Obrir la pàgina de pressupost a l'instant.
2. Introduir les dimensions de la peça que s'estudiarà en mm.
3. Introduir el volum real de la peça en cm^3 .
4. Introduir el nombre de peces que el client vol fabricar.
5. Introduir el valor de la tolerància de la peça mitjançant el lliscador.
6. Introduir el valor d'espessor de paret mínima de la peça mitjançant el lliscador.
7. Triar el nivell de dificultat de la peça a produir utilitzant el desplegable.
8. Prémer el botó *Calcular el preu* que està situat a la part inferior de la pàgina.
9. En cas que es desitgi al prémer el botó *Imprimir* l'aplicació t'ofereix una versió per imprimir pel pressupost realitzat.

4.5. Problemes o advertències de l'aplicació

En aquest apartat del manual de l'usuari es vol donar resposta a tots aquells possibles problemes que puguin sorgir a l'usuari de l'aplicació. Quan aquesta s'utilitza pot ser que en funció de les dades que li hàgim introduït ens apareguin diferents missatges d'alerta, són els que es descriuen a continuació:

- Alerta del gruix de paret

Aquesta pàgina diu

Introdueix un valor de gruix de paret major

D'acord

Quan hem analitzat la peça i sabem el valor mínim d'espessor de paret hem d'introduir el valor a l'aplicació. Si aquest valor d'espessor és menor que 0,5 mm, que és el valor mínim que et permet la impressora, surt un missatge d'alerta avisant que de produir aquella peça podries tenir problemes i la millor opció per solucionar-ho seria canviant el valor d'espessor mínim.

- Alerta de la tolerància especificada

Aquesta pàgina diu

Introdueix un valor correcte de tolerancia

D'acord

El valor de tolerància mínim que et pot garantir la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP és de 0,2 mm, per tant en el cas que l'usuari introdueixi un valor de tolerància menor a aquest li apareixerà un missatge d'alerta avisant que canviï el valor de tolerància. Si aquest és un valor que l'usuari no pot variar s'hauria de decantar cap a l'opció de fabricar un motlle.

- Alerta de la producció de peces

Aquesta pàgina diu

La producció de totes les peces serà complicada

D'acord

L'aplicació està programada per avisar a l'usuari en cas que s'introdueixi un nombre de peces molt alt i això faci que sigui pràcticament impossible produir-les. De ser així s'haurien de produir menys peces o decantar-se definitivament per l'opció de fabricar un motlle.

5. CAPÍTOL 5: CONCLUSIONS

En el capítol anterior, s'han presentat els resultats del projecte, de manera satisfactòria s'ha comprovat que s'han assolit tots i cada un dels objectius específics marcats al principi del projecte, i d'aquesta manera, s'ha aconseguit l'objectiu principal, ja que s'ha dissenyat, programat i posat a prova una aplicació funcional que realitza una comparació de pressupostos entre la fabricació de peces 3D mitjançant la tecnologia que utilitza la Multi Jet Fusion 4200 de HP i la fabricació de motlles per injecció.

L'estratègia de segmentació del projecte en parts clarament diferenciades, ha permès realitzar una primera part del projecte més orientada a l'estudi i investigació del món de la indústria 3D i del món de la indústria dels motlles d'injecció. Va ser clau aquesta part del projecte perquè va ser on es van definir els objectius marcats d'aquest treball de fi de grau i va ser molt important la relació recíproca que vaig tenir amb l'empresa.

A continuació, al llarg de la segona part del projecte es van dur a terme tots els càlculs que formen part del treball. Un cop ja tenia totes les dades i les eines em vaig disposar a realitzar tots els càlculs que posteriorment s'han implementat a l'aplicació. Els càlculs que fan referència als motlles d'injecció ha sigut clau el paper de l'empresa i els seus anys d'experiència a la indústria on m'han pogut donar un cop de mà i així poder tirar endavant el treball de fi de grau.

A la tercera part del projecte l'objectiu clar i marcat era crear l'aplicació funcional perquè realitzés pressupostos per a la fabricació de peces en 3D mitjançant la tecnologia de la Multi Jet Fusion 4200 o bé amb la fabricació de motlles. Era molt important que aquesta aplicació tingués un filtratge de producció de peces, és a dir, aquesta havia de ser capaç de decidir en quins moments la producció era viable i en quins altres no.

També es volia veure on són els límits de les dues tecnologies de fabricació i amb els dos exemples mostrats en aquest projecte s'han extret les conclusions.

Després d'acabar l'aplicació se'ls hi ha explicat el funcionament d'aquesta als 2 treballadors de l'empresa que es dediquen a fer ofertes per a la producció de peces. Aquests han sigut els encarregats de provar el funcionament de l'aplicació durant un mes. Durant tot aquest període de funcionament s'han recollit un total de 33 ofertes realitzades, 24 de les quals s'han portat a terme la fabricació de les peces amb la impressió 3D i unes altres 4 s'estan iniciant els primers passos per a la fabricació del motlle. N'hi ha hagut 5 que finalment no s'han tirat endavant per motius aliens al pressupost de les peces.

Un cop finalitzada la posada a prova de l'aplicació hem obtingut els primers resultats. L'informe ens dóna informació del que ens costa cada apartat de la impressió 3D i de la fabricació dels motlles d'injecció. Un cop hem executat l'aplicació pels 2 exemples podem extreure'n les primeres conclusions.

El cost final del motlle donat per l'aplicació és un valor molt real, de fer realitat el projecte aquest podria variar una mica però mínimament, per tant, s'ha aconseguit establir un algoritme per a l'apartat de motlles on s'obté un resultat força ajustat a la realitat i així podem donar un valor real i fiable.

Si ens fixem en els costos que obtenim a partir de la fabricació de peces mitjançant la impressió 3D també ens donen uns valors que, fins just abans de desenvolupar l'aplicació, eren molts semblants. La diferència que hi ha ara amb uns mesos abans és que aquests valors estan contrastats i sabem de manera molt ajustada què ens costa cada part de la fabricació 3D.

També podem extreure conclusions en el tema comparatiu de processos de fabricació. Amb els resultats que tenim podem afirmar que a mesura que tenim un nombre més elevat de peces a fabricar les dues tecnologies s'igualen. El cost d'un motlle és molt elevat inicialment, però per a fabricar a un gran nombre de peces és la millor opció. D'altra banda, també podem concloure que a mesura que la peça es va complicant geomètricament la impressió 3D guanya més pes. Realitzar el motlle d'una peça complexa es necessiten més hores i més temps, per tant, un motlle més car i en aquesta casuística la impressió 3D mitjançant la tecnologia de la Multi Jet Fusion 4200 de HP té totes les de guanyar.

A banda del desenvolupament tecnològic, en l'àmbit personal aquest projecte m'ha permès treballar en diferents àmbits de l'enginyeria d'una forma simultània. Al llarg de l'estudi de la tecnologia d'impressió 3D de la Multi Jet Fusion 4200 de HP i de la tecnologia de fabricació de motlles estava desenvolupant un algoritme amb un codi informàtic on he combinat 3 llenguatges diferents, cada un amb una funció específica marcada. D'aquesta manera he adquirit uns coneixements que de ben segur em podran ajudar al llarg de la meva carrera laboral.

Per finalitzar l'apartat de les conclusions cal dir que el disseny i desenvolupament d'aquest projecte ha ajudat notablement que un cop finalitzin els meus estudis de grau a la EEBE em pugui incorporar definitivament a la plantilla de l'empresa i així donar pas a l'inici de la meva carrera laboral com a enginyer.

6. CAPÍTOL 6: FUTURES LÍNIES DE TREBALL

Aquest treball de fi de grau s'ha realitzat una aplicació per comparar dues tècniques de fabricació que a mesura que va avançant el temps les dues tecnologies es van superposant. La tecnologia de fabricació de motlles d'injecció encara té molt de recorregut per endavant i és un àmbit de la indústria que està molt consolidat i és la millor opció en la majoria de projectes a desenvolupar en el món del plàstic, tot i que en alguns casos la impressió 3D s'obri pas en el món de la producció de peces en sèrie.

En el món de la indústria hi ha poc coneixement de la tecnologia d'impressió 3D de la Multi Jet Fusion 4200 de HP, les gran part de les empreses només tenen present les impressores 3D que utilitzen altres mètodes d'impressió com el FDM, SLS.

Ara bé, quan parlem del món dels prototips la tecnologia d'impressió 3D mitjançant la Multi Jet Fusion 4200 de HP té molt espai en el mercat. Es poden dur a terme els prototips de molts projectes gràcies a aquest tipus d'impressió, ja que pots aconseguir fabricar prototips amb un cost molt assequible a diferència d'anys enrere.

També cal remarcar que personalment crec que el futur de la impressió 3D està lligat amb la fabricació híbrida de productes. És a dir, dur a terme projectes, prototips, productes... que combinen més d'una tècnica de fabricació. Aquests productes híbrids dels quals estem parlant combinen la tecnologia de fabricació 3D de la Multi Jet Fusion 4200 de HP amb altres peces que han estat mecanitzades, d'aquesta manera acabes desenvolupant un producte el qual ha estat fabricat amb més d'una tecnologia de fabricació i que normalment fa que hi hagi una obtenció d'un producte que augmenta la seva qualitat.

7. CAPÍTOL 7: PRESSUPOST D'ENGINYERIA

En el següent apartat s'especifiquen els costos associats a l'elaboració de l'aplicació dissenyada i realitzada i estan desglossats de la següent forma:

- Costos de software
- Costos de la mà d'obra

Per a cada un d'ells, s'ha realitzat un anàlisi minuciós, els resultats es mostren a continuació.

Costos de software

Tots els programes utilitzats en aquest treball són gratuïts. Ara bé, vaig haver de realitzar un curs avançat de programació de HTML5, CSS i Javascript per poder tirar endavant les funcions més específiques del treball. D'aquesta manera, a la Taula 1, es mostren els softwares utilitzats amb el seu preu equivalent.

Llicència de software	Quantitat	Preu (€)
Sublime Text	1	0
Koala	1	0
Curs avançat de programació a càrrec de Udemy	1	19,99

Tabla 1. Anàlisi Software

Costos de la mà d'obra

A la següent taula, Taula 2, es mostren els costos associats a la mà d'obra d'enginyeria que ha sigut necessària per dur a terme totes les feines.

Tipus personal	Quantitat [hores]	Cost unitari [€/h]	Quantitat personal	Cost total [€]
Investigació de les tecnologies de fabricació	98	32	2	392
Realització dels càlculs de costos	200	32	2	12800
Programació de l'aplicació	300	32	2	19200
Formació dels treballadors de l'empresa	2	32	2	128

Taula 2. Anàlisi mà d'obra

Pressupost final

A continuació, a la taula 3, es mostren tots els tipus de costos totals explicats anteriorment amb l'objectiu d'arribar al pressupost total final.

Tipus de cost	Cost total [€]
Software	19,99
Mà d'obra	32520
Total	32539,99

Taula 3. Anàlisi final

8. CAPÍTOL 8: ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL

Aquest projecte no té un impacte directe sobre l'entorn, ni sobre la integritat dels ecosistemes biològics. Tot i això, la utilització que s'ha fet dels ordinadors desenvolupant tot el projecte implicaria un impacte mediambiental mínim que ha de ser mencionat.

Per avaluar l'impacte sobre l'entorn com a conseqüència de l'ús d'aquests equips, el seu cicle de vida hauria de ser considerat. Durant el procés de producció, productes tòxics són utilitzats i aquest fet també suposa un considerable consum d'aigua i energia. Per tal que els ordinadors funcionin, s'ha de produir energia. Aquesta energia és molt més elevada en el procés de producció d'aquests equips que no quan estan en el mercat. La producció d'electricitat implica un alt consum de consumible fòssil com el petroli o carbó repercutint negativament al canvi climàtic. A més a més, la distribució de l'energia per al consum també afecta considerablement els ecosistemes.

Els ordinadors inclouen xips i plaques electròniques. Al llarg del procés de fabricació d'aquests components, fluorocarbonis (PFCs) són emesos directament a l'aire. Aquests gasos romanen durant molt temps a l'atmosfera i contribueixen a l'efecte hivernacle. En valors numèrics, la fabricació d'un ordinador portàtil té un consum de 240 quilograms de combustibles fòssils, 22 quilograms de productes químics tòxics i 1500 quilograms d'aigua.

En l'avaluació de l'impacte mediambiental les escombraries produïdes pel hardware també han de ser considerades. L'electrònica està composta de diferents elements tòxics que afecten tant a la salut pública com a l'entorn. Més de 40 milions de tones d'escombraries són produïdes arreu del món i els experts estimen que cap al 2030 aquest número arribarà a mil milions de tones. El problema és la mala gestió dels residus, per tant la millor solució per l'entorn ha de ser reutilitzar o intentar reparar equips electrònics en lloc de convertir-los en escombraries.

Podem concloure que l'ús i el consum que fem de tots aquests equips electrònics tenen un gran impacte sobre el model de producció. L'adquisició d'aquests dispositius, quan són realment necessaris, significaria una disminució considerable en el consum de matèries primeres i sobretot en el consum d'aigua i energia i com a conseqüència, una reducció significativa de la producció de residus. També seria interessant desenvolupar una tecnologia de software més sostenible per a les grans empreses per tal de reduir l'impacte mediambiental i el consum d'energia, ja que en el món que vivim el software té una gran influència sobre les emissions que dipositem a l'atmosfera. Hem de ser conscients de les nostres accions perquè tenen un gran impacte sobre els ecosistemes. Hauríem d'assumir que la solució més raonable és consumir energia provinent de fonts renovables i si seguim aquest camí, el futur serà més sostenible.

9. CAPÍTOL 9: BIBLIOGRAFIA

9.1. Bibliografia

[1] M. Beltran, A.Marcilla. Tecnologia de polímeros. Procesado y propiedades.

[2] HP Multi Jet Fusion 3D 4200 Printing Solution User Guide

9.2. Webgrafia

1. Tota la informació sobre els llenguatges de programació utilitzats

<https://www.udemy.com/>

2. Informació de la tecnologia de la Multi Jet Fusion 4200 de HP

<https://www.youtube.com/watch?v=v5lyK8ijLjg>

3. Informació de com funciona la Multi Jet Fusion 4200 de HP

<https://www.youtube.com/watch?v=uX2bZcuIEQU>

Annex

Capítol 1: Codi HTML de l'aplicació

Codi HTML de la pàgina d'inici

```
<!DOCTYPE HTML>
```

```
<html>
```

```
  <head>
```

```
    <title>World Tooling Solutions</title>
```

```
    <meta charset="utf-8" />
```

```
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, user-  
scalable=no" />
```

```
    <link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
```

```
  </head>
```

```
  <body class="is-preload">
```

```
    <!-- Wrapper -->
```

```
    <div id="wrapper">
```

```
      <!-- Cos principal -->
```

```
      <div id="main">
```

```
        <div class="inner">
```

```
          <!-- Capçalera -->
```



```

<header id="header">

<a href="inici.html" class="logo"><strong>WTS</strong></a>

</header>

<!-- Banner -->

<section id="banner">

<div class="content">

<header>

<h1>World Tooling<br />
Solutions</h1>

<p>Explica'ns el teu projecte,<br> el fem realitat</p>

</header>

</div>

<span class="image object">

<video width="500" controls>

<source src="images/video.mp4" type="video/mp4">

</video>

</span>

</section>

<!-- Section -->

<section>

<header class="major">

```

<h2>Les nostres creacions</h2>

</header>

<div class="posts">

<article>

</article>

<article>

</article>

<article>

</article>

<article>

</article>

<article>

</div>

</section>

</div>

</div>

```
<!-- Barra lateral -->

<div id="sidebar">

<div class="inner">

<!--Menu-->

<nav id="menu">

<header class="major">

<h2>Índex</h2>

</header>

<ul>

<li><a href="inici.html">Inici</a></li>

<li><a href="historia.html">Història i evolució</a></li>

<li><a href="pressupost.html">Pressupost a l'instant</a></li>

</ul>

</nav>

<!--Contacte -->

<section>

<header class="major">

<h2>Contacte</h2>

</header>

<ul class="contact">

<li class="fa-envelope-o"><a href="#">ofrigola1@gmail.com</a></li>
```

```
<li class="fa-phone">(+34) 603 20 4997</li>

<li class="fa-home">Carrer Berguedà 12<br />

La Garriga, 08154</li>

</ul>

</section>

<!--Peu de pàgina -->

<footer id="footer">

  <p class="copyright">&copy; Tots els drets reservats. Design: <a
href="https://html5up.net">Oriol Frigola</a>.</p>

</footer>

</div>

</div>

</div>

<!-- Scripts -->

<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>

<script src="assets/js/browser.min.js"></script>

<script src="assets/js/breakpoints.min.js"></script>

<script src="assets/js/util.js"></script>

<script src="assets/js/main.js"></script>

</body>

</html>
```

Codi HTML de la pàgina d'història

```
<!DOCTYPE HTML>

<html>

  <head>

    <title>Història i evolució</title>

    <meta charset="utf-8" />

    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, user-
scalable=no" />

    <link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />

  </head>

  <body class="is-preload">

    <!-- Wrapper -->

    <div id="wrapper">

      <!-- Main -->

      <div id="main">

        <div class="inner">

          <!-- Header -->

          <header id="header">

            <a href="inici.html" class="logo"><strong>World Tooling Solutions</strong></a>

          </header>

          <!-- Content -->
```

<section>

<header class="main">

<h1>La nostra història</h1>

</header>

<h2>Inicis</h2>

<p>Des de la seva fundació al 1973 Talleres Rogasa sempre hem tingut vocació de servei tecnològic. Vam començar com una empresa dedicada a la fabricació de prototips mecànics i manteniment de diverses instal·lacions industrials. No va ser fins al 1980, quan després de realitzar una eficaç reconversió tecnològica ens vam endinsar en el món de la fabricació de motlles per a la injecció de plàstics.

</p>

<hr class="major" />

<h2>Evolució</h2>

<p>Els temps canvien i això implica que les necessitats dels nostres clients també, juntament amb les necessitats del mercat. Per tal de poder satisfer aquesta demanda al 2017 vam crear l'empresa World Tooling Solutions (WTS), on ens dediquem a la impressió 3D amb la maquinària més potent del moment, la impressora Multi Jet Fusion 4200 de HP.</p>

<hr class="major" />

<h2>Mentalitat</h2>

<p>La nostra filosofia de treball i eficiència no ha variat ni un mil·límetre en tots aquests anys. La nostra responsabilitat és oferir solucions tecnològiques als nostres clients i ho fem de forma integral. Els acompanyem en tot el procés de desenvolupament, des de la primera idea a la nostra zona d'enginyeria, la fabricació, els controls de qualitat fins a oferir el servei de modificació i reparació un

cop obtingut el producte final. Per tant, tenim un comprmís que només el podem agafar si ens avala una experiència de més de 35 anys en el sector.</p>

```
<hr class="major" />

</section>

</div>

</div>

<!-- Barra lateral -->

<div id="sidebar">

<div class="inner">

<!-- Menu -->

<nav id="menu">

<header class="major">

<h2>Índex</h2>

</header>

<ul>

<li><a href="inici.html">Inici</a></li>

<li><a href="historia.html">Història i evolució</a></li>

<li><a href="pressupost.html">Pressupost a l'instant</a></li>

</nav>

<!-- Contacte -->

<section>
```



```
<header class="major">

<h2>Contacte</h2>

</header>

<ul class="contact">

<li class="fa-envelope-o"><a href="#">ofrigola1@gmail.com</a></li>

<li class="fa-phone">(+34) 372 256 456</li>

<li class="fa-home">Carrer Berguedà 12<br />
La Garriga, 08154</li>

</ul>

</section>

<!-- Peu de pàgina -->

<footer id="footer">

<p class="copyright">&copy; Tots els drets reservats. Design: <a
href="https://html5up.net">Oriol Frigola</a>.</p>

</footer>

</div>

</div>

</div>

<!-- Scripts -->

<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>

<script src="assets/js/browser.min.js"></script>
```

```

<script src="assets/js/breakpoints.min.js"></script>

<script src="assets/js/util.js"></script>

<script src="assets/js/main.js"></script>

</body>

</html>

```

Codi HTML de la pàgina de Pressupost a l'instant

```

<!DOCTYPE HTML>

<html>

  <head>

    <title>Pressupost a l'instant</title>

    <meta charset="utf-8" />

    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
user-scalable=no" />

    <link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />

    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="print/css-print.css"
media="print" />

  </head>

  <body class="is-preload">

    <!-- Wrapper -->

    <div id="wrapper">

```

```
<!-- Main -->

<div id="main">

<div class="inner" id="HTMLtoPDF">

<!-- Capçalera -->

<header id="header">

    <a      href="inici.html"      class="logo"><strong>World      Tooling
Solutions</strong></a>

</header>

<!-- Content -->

<section>

<header class="main">

<h1>Pressupost a l'instant</h1>

</header>

<!--Content-->

<div id="lletra">

<h2 id="content">Comparativa</h2>

    <p>La nostra empresa ofereix la possibilitat de realitzar els projectes mitjançant
dues vies. La primera i la que portem molts anys fent és la fabricació de motlles. D'altra
banda des de fa dos anys estem en condicions d'oferir la possibilitat d'imprimir peces
en 3D. Per tal que la satisfacció del client sigui la desitjada fem una comparativa per tal
de trobar el millor mètode.</p>

    <h4>Longitud (mm) *</h4>
```

```
<input type="text" id="longitud" required="">
```

```
<br>
```

```
<h4>Amplada (mm) *</h4>
```

```
<input type="text" id="amplada">
```

```
<br>
```

```
<h4>Alçada (mm) *</h4>
```

```
<input type="text" id="altura">
```

```
<br>
```

```
<h4>Volum real peça (cm^3)*</h4>
```

```
<input type="text" id="realvolum">
```

```
<br>
```

```
<h4>Peces *</h4>
```

```
<input type="text" id="n_peces">
```

```
<br>
```

```
<h4>Tolerància (mm) *</h4>
```

```
<input type="range" id="tolerancia_d" min="0.01" max="1" value="0.5"
step="0.1" onChange="sliderChange(this.value)">
```

```
<br><br>
```

```
Valor de tolerància = <span id="sliderStatus"></span>
```

```
<h4>Espessor de paret mínima (mm) *</h4>
```

```
<input type="range" id="espessor2" min="0.01" max="5" value="1" step="0.1"
onChange="sliderChange2(this.value)">
```

```
<br><br>
```

```
Valor d'espessor de paret = <span id="sliderStatus2"></span>
```

```
<br><br>
```

```
<h4>Nivell dificultat peça *</h4>
```

```
<select name="dificultat" id="dificultat" onchange="suma()">
```

```
<option value="9300">1</option>
```

```
<option value="12700">2</option>
```

```
<option value="18300">3</option>
```

```
<option value="53200">4</option>
```

```
</select>
```

```
<br><br>
```

```
</div>
```

```
<div class="row">
```

```
<div class="col-6 col-12-small">
```

```
<h2>Fabricació de motlles</h2>
```

```
<div class="contenedor1">
```

```
<form action="">
```

```
<h4>Cost Acer</h4>
```

```
<input type="text" id="resultado130">
```


<h4>Cost motlle</h4>

<input type="text" id="resultado100">

<h4>Preu motlle</h4>

<input type="text" id="resultado110" >

<h4>Preu peça</h4>

<input type="text" id="resultado120" >

</form>

</div>

<p></p>

</div>

<div class="col-6 col-12-small">

<h2>Impressió 3D</h2>

<div class="contenedor">

<form action="">

<h4>Electricitat</h4>

<input type="text" id="resultado" readonly >

<h4>Cost material</h4>

<input type="text" id="resultado1000" readonly>

<h4>Cost Consumibles</h4>

<input type="text" id="resultado4" readonly>

<h4>Amortització màquina</h4>

<input type="text" id="resultado5" readonly>

<h4>Cost operari</h4>

<input type="text" id="resultado6" readonly>

<h4>Peces cubeta</h4>

<input type="text" id="resultado7" readonly>

<h4>Cubetes a fer</h4>

<input type="text" id="resultado8" readonly>

<h4>Cost total cubeta</h4>

<input type="text" id="resultado9" readonly>

```
<br>

<h4>Cost peça</h4>

<input type="text" id="resultado10" readonly>

<br>

<h4>Preu final cubeta</h4>

<input type="text" id="resultado11" readonly>

<br>

<h4>Preu peça</h4>

<input type="text" id="resultado12" readonly>

<br>

</form>

</div>

<p></p>

</div>

</div>

<div id="botons">

  <input type="button" onclick="suma()" class="button" value="Calcula el
preu">

  <input type="button" onclick="window.print()" class="button"
value="imprimir">

</div>
```



```
</section>

</div>

</div>

<!-- Barra lateral -->

<div id="sidebar">

<div class="inner">

<!-- Menu -->

<nav id="menu">

<header class="major">

<h2>Índex</h2>

</header>

<ul>

<li><a href="inici.html">Inici</a></li>

<li><a href="historia.html">Història i evolució</a></li>

<li><a href="pressupost.html">Pressupost a l'instant</a></li>

</ul>

</nav>

<!-- Contacte -->

<section>

<header class="major">
```

```

<h2>Contacte</h2>

</header>

<ul class="contact">

<li class="fa-envelope-o"><a href="#">ofrigola1@gmail.com</a></li>

<li class="fa-phone">(+34) 372 256 456</li>

<li class="fa-home">Carrer Berguedà 12<br />La Garriga, 08154</li>

</ul>

</section>

<!-- Peu de pàgina -->

<footer id="footer">

<p class="copyright">&copy; Tots els drets reservats. Design: <a
href="https://html5up.net">Oriol Frigola</a>.</p>

</footer>

</div>

</div>

</div>

<!-- Scripts -->

<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>

<script src="assets/js/browser.min.js"></script>

<script src="assets/js/breakpoints.min.js"></script>

<script src="assets/js/util.js"></script>

```

```
<script src="assets/js/main.js"></script>
```

```
<script src="assets/js/calculadora.js"></script>
```

```
<script src="assets/js/slider.js"></script>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

Capítol 2: Codi CSS de l'aplicació

```
@import url(font-awesome.min.css);
```

```
@import
url("https://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:400,600,400italic,600italic|Roboto+Slab:400,700");
```

```
html, body, div, span, applet, object,
```

```
iframe, h1, h2, h3, h4, h5, h6, p, blockquote,
```

```
pre, a, abbr, acronym, address, big, cite,
```

```
code, del, dfn, em, img, ins, kbd, q, s, samp,
```

```
small, strike, strong, sub, sup, tt, var, b,
```

```
u, i, center, dl, dt, dd, ol, ul, li, fieldset,
```

```
form, label, legend, table, caption, tbody,
```

```
tfoot, thead, tr, th, td, article, aside,
```

```
canvas, details, embed, figure, figcaption,
```

```
footer, header, hgroup, menu, nav, output, ruby,
```

```
section, summary, time, mark, audio, video {
```

```
margin: 0;
```

```
padding: 0;
```

```
border: 0;
```

```
font-size: 100%;
```

```
font: inherit;
```

```
vertical-align: baseline; }
```

```
article, aside, details, figcaption, figure,
```

```
footer, header, hgroup, menu, nav, section {  
  
    display: block; }  
  
body {  
  
    line-height: 1; }  
  
ol, ul {  
  
    list-style: none; }  
  
blockquote, q {  
  
    quotes: none; }  
  
    blockquote:before, blockquote:after, q:before, q:after {  
  
        content: "";  
  
        content: none; }  
  
table {  
  
    border-collapse: collapse;  
  
    border-spacing: 0; }  
  
body {  
  
    -webkit-text-size-adjust: none; }  
  
mark {  
  
    background-color: transparent;  
  
    color: inherit; }  
  
input::-moz-focus-inner {  
  
    border: 0;  
  
    padding: 0; }
```

```
input, select, textarea {

    -moz-appearance: none;

    -webkit-appearance: none;

    -ms-appearance: none;

    appearance: none; }

/* Basic */

@-ms-viewport {

    width: device-width; }

body {

    -ms-overflow-style: scrollbar; }

@media screen and (max-width: 480px) {

    html, body {

        min-width: 320px; } }

html {

    box-sizing: border-box; }

*, *:before, *:after {

    box-sizing: inherit; }

body {

    background: #ffffff; }

body.is-preload *, body.is-preload *:before, body.is-preload *:after, body.is-resizing *, body.is-resizing *:before, body.is-resizing *:after {

    -moz-animation: none !important;

    -webkit-animation: none !important;
```

```
-ms-animation: none !important;

animation: none !important;

-moz-transition: none !important;

-webkit-transition: none !important;

-ms-transition: none !important;

transition: none !important; }

/* Type */

body, input, select, textarea {

    color: #7f888f;

    font-family: Arial, sans-serif;

    font-size: 13pt;

    font-weight: 400;

    line-height: 1.65; }

@media screen and (max-width: 1680px) {

    body, input, select, textarea {

        font-size: 11pt; } }

@media screen and (max-width: 1280px) {

    body, input, select, textarea {

        font-size: 10pt; } }

@media screen and (max-width: 360px) {

    body, input, select, textarea {

        font-size: 9pt; } }
```

```
a {  
  
  -moz-transition: color 0.2s ease-in-out, border-bottom-color 0.2s ease-in-out;  
  
  -webkit-transition: color 0.2s ease-in-out, border-bottom-color 0.2s ease-in-out;  
  
  -ms-transition: color 0.2s ease-in-out, border-bottom-color 0.2s ease-in-out;  
  
  transition: color 0.2s ease-in-out, border-bottom-color 0.2s ease-in-out;  
  
  border-bottom: dotted 1px;  
  
  color: #f56a6a;  
  
  text-decoration: none; }  
  
a:hover {  
  
  border-bottom-color: #f56a6a;  
  
  color: #f56a6a !important; }  
  
a:hover strong {  
  
  color: inherit; }  
  
strong, b {  
  
  color: #3d4449;  
  
  font-weight: 600; }  
  
em, i {  
  
  font-style: italic; }  
  
p {  
  
  margin: 0 0 2em 0;  
  
  text-align: justify; }  
  
h1, h2, h3, h4, h5, h6 {
```



```
color: #3d4449;

font-family: "Roboto Slab", serif;

font-weight: 700;

line-height: 1.5;

margin: 0 0 1em 0; }

h1 a, h2 a, h3 a, h4 a, h5 a, h6 a {

    color: inherit;

    text-decoration: none;

    border-bottom: 0; }

h1 {

    font-size: 4em;

    margin: 0 0 0.5em 0;

    line-height: 1.3; }

h2 {

    font-size: 1.75em; }

h3 {

    font-size: 1.25em; }

h4 {

    font-size: 1.1em; }

h5 {

    font-size: 0.9em; }

h6 {
```

```
font-size: 0.7em; }
```

```
@media screen and (max-width: 1680px) {
```

```
h1 {
```

```
font-size: 3.5em; } }
```

```
@media screen and (max-width: 980px) {
```

```
h1 {
```

```
font-size: 3.25em; } }
```

```
@media screen and (max-width: 736px) {
```

```
h1 {
```

```
font-size: 2em;
```

```
line-height: 1.4; }
```

```
h2 {
```

```
font-size: 1.5em; } }
```

```
sub {
```

```
font-size: 0.8em;
```

```
position: relative;
```

```
top: 0.5em; }
```

```
sup {
```

```
font-size: 0.8em;
```

```
position: relative;
```

```
top: -0.5em; }
```

```
blockquote {
```

```
border-left: solid 3px rgba(210, 215, 217, 0.75);
```

```
font-style: italic;
```

```
margin: 0 0 2em 0;
```

```
padding: 0.5em 0 0.5em 2em; }
```

```
code {
```

```
background: rgba(230, 235, 237, 0.25);
```

```
border-radius: 0.375em;
```

```
border: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);
```

```
font-family: "Courier New", monospace;
```

```
font-size: 0.9em;
```

```
margin: 0 0.25em;
```

```
padding: 0.25em 0.65em; }
```

```
pre {
```

```
-webkit-overflow-scrolling: touch;
```

```
font-family: "Courier New", monospace;
```

```
font-size: 0.9em;
```

```
margin: 0 0 2em 0; }
```

```
pre code {
```

```
display: block;
```

```
line-height: 1.75;
```

```
padding: 1em 1.5em;
```

```
overflow-x: auto; }
```



```
hr {  
  
  border: 0;  
  
  border-bottom: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);  
  
  margin: 2em 0; }  
  
hr.major {  
  
  margin: 3em 0; }  
  
.align-left {  
  
  text-align: left; }  
  
.align-center {  
  
  text-align: center; }  
  
.align-right {  
  
  text-align: right; }  
  
/* Row */  
  
.row {  
  
  display: flex;  
  
  flex-wrap: wrap;  
  
  box-sizing: border-box;  
  
  align-items: stretch; }  
  
.row > * {  
  
  box-sizing: border-box; }  
  
.row.gtr-uniform > * > :last-child {  
  
  margin-bottom: 0; }
```

```
.row.aln-left {  
  
  justify-content: flex-start; }  
  
.row.aln-center {  
  
  justify-content: center; }  
  
.row.aln-right {  
  
  justify-content: flex-end; }  
  
.row.aln-top {  
  
  align-items: flex-start; }  
  
.row.aln-middle {  
  
  align-items: center; }  
  
.row.aln-bottom {  
  
  align-items: flex-end; }  
  
.row > .imp {  
  
  order: -1; }  
  
.row > .col-1 {  
  
  width: 8.3333333333%; }  
  
.row > .off-1 {  
  
  margin-left: 8.3333333333%; }  
  
.row > .col-2 {  
  
  width: 16.6666666667%; }  
  
.row > .off-2 {  
  
  margin-left: 16.6666666667%; }
```

```
.row > .col-3 {  
  
  width: 25%; }  
  
.row > .off-3 {  
  
  margin-left: 25%; }  
  
.row > .col-4 {  
  
  width: 33.3333333333%; }  
  
.row > .off-4 {  
  
  margin-left: 33.3333333333%; }  
  
.row > .col-5 {  
  
  width: 41.6666666667%; }  
  
.row > .off-5 {  
  
  margin-left: 41.6666666667%; }  
  
.row > .col-6 {  
  
  width: 50%; }  
  
.row > .off-6 {  
  
  margin-left: 50%; }  
  
.row > .col-7 {  
  
  width: 58.3333333333%; }  
  
.row > .off-7 {  
  
  margin-left: 58.3333333333%; }  
  
.row > .col-8 {  
  
  width: 66.6666666667%; }
```

```
.row > .off-8 {  
  
    margin-left: 66.6666666667%; }  
  
.row > .col-9 {  
  
    width: 75%; }  
  
.row > .off-9 {  
  
    margin-left: 75%; }  
  
.row > .col-10 {  
  
    width: 83.3333333333%; }  
  
.row > .off-10 {  
  
    margin-left: 83.3333333333%; }  
  
.row > .col-11 {  
  
    width: 91.6666666667%; }  
  
.row > .off-11 {  
  
    margin-left: 91.6666666667%; }  
  
.row > .col-12 {  
  
    width: 100%; }  
  
.row > .off-12 {  
  
    margin-left: 100%; }  
  
.row.gtr-0 {  
  
    margin-top: 0;  
  
    margin-left: 0em; }  
  
.row.gtr-0 > * {
```

```
padding: 0 0 0 0em; }

.row.gtr-0.gtr-uniform {

margin-top: 0em; }

.row.gtr-0.gtr-uniform > * {

padding-top: 0em; }

.row.gtr-25 {

margin-top: 0;

margin-left: -0.375em; }

.row.gtr-25 > * {

padding: 0 0 0 0.375em; }

.row.gtr-25.gtr-uniform {

margin-top: -0.375em; }

.row.gtr-25.gtr-uniform > * {

padding-top: 0.375em; }

.row.gtr-50 {

margin-top: 0;

margin-left: -0.75em; }

.row.gtr-50 > * {

padding: 0 0 0 0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform {

margin-top: -0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform > * {
```



```
padding-top: 0.75em; }

.row {

margin-top: 0;

margin-left: -1.5em; }

.row > * {

padding: 0 0 0 1.5em; }

.row.gtr-uniform {

margin-top: -1.5em; }

.row.gtr-uniform > * {

padding-top: 1.5em; }

.row.gtr-150 {

margin-top: 0;

margin-left: -2.25em; }

.row.gtr-150 > * {

padding: 0 0 0 2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform {

margin-top: -2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform > * {

padding-top: 2.25em; }

.row.gtr-200 {

margin-top: 0;

margin-left: -3em; }
```

```
.row.gtr-200 > * {  
  
  padding: 0 0 0 3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 3em; }  
  
@media screen and (max-width: 1680px) {  
  
  .row {  
  
    display: flex;  
  
    flex-wrap: wrap;  
  
    box-sizing: border-box;  
  
    align-items: stretch; }  
  
  .row > * {  
  
    box-sizing: border-box; }  
  
  .row.gtr-uniform > * > :last-child {  
  
    margin-bottom: 0; }  
  
  .row.aln-left {  
  
    justify-content: flex-start; }  
  
  .row.aln-center {  
  
    justify-content: center; }  
  
  .row.aln-right {  
  
    justify-content: flex-end; }
```

```
.row.aln-top {  
  
  align-items: flex-start; }  
  
.row.aln-middle {  
  
  align-items: center; }  
  
.row.aln-bottom {  
  
  align-items: flex-end; }  
  
.row > .imp-xlarge {  
  
  order: -1; }  
  
.row > .col-1-xlarge {  
  
  width: 8.3333333333%; }  
  
.row > .off-1-xlarge {  
  
  margin-left: 8.3333333333%; }  
  
.row > .col-2-xlarge {  
  
  width: 16.6666666667%; }  
  
.row > .off-2-xlarge {  
  
  margin-left: 16.6666666667%; }  
  
.row > .col-3-xlarge {  
  
  width: 25%; }  
  
.row > .off-3-xlarge {  
  
  margin-left: 25%; }  
  
.row > .col-4-xlarge {  
  
  width: 33.3333333333%; }
```

```
.row > .off-4-xlarge {  
  
  margin-left: 33.3333333333%; }  
  
.row > .col-5-xlarge {  
  
  width: 41.6666666667%; }  
  
.row > .off-5-xlarge {  
  
  margin-left: 41.6666666667%; }  
  
.row > .col-6-xlarge {  
  
  width: 50%; }  
  
.row > .off-6-xlarge {  
  
  margin-left: 50%; }  
  
.row > .col-7-xlarge {  
  
  width: 58.3333333333%; }  
  
.row > .off-7-xlarge {  
  
  margin-left: 58.3333333333%; }  
  
.row > .col-8-xlarge {  
  
  width: 66.6666666667%; }  
  
.row > .off-8-xlarge {  
  
  margin-left: 66.6666666667%; }  
  
.row > .col-9-xlarge {  
  
  width: 75%; }  
  
.row > .off-9-xlarge {  
  
  margin-left: 75%; }
```

```
.row > .col-10-xlarge {  
  
  width: 83.3333333333%; }  
  
.row > .off-10-xlarge {  
  
  margin-left: 83.3333333333%; }  
  
.row > .col-11-xlarge {  
  
  width: 91.6666666667%; }  
  
.row > .off-11-xlarge {  
  
  margin-left: 91.6666666667%; }  
  
.row > .col-12-xlarge {  
  
  width: 100%; }  
  
.row > .off-12-xlarge {  
  
  margin-left: 100%; }  
  
.row.gtr-0 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: 0em; }  
  
.row.gtr-0 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform {  
  
  margin-top: 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0em; }  
  
.row.gtr-25 {
```

```
margin-top: 0;

margin-left: -0.375em; }

.row.gtr-25 > * {

padding: 0 0 0 0.375em; }

.row.gtr-25.gtr-uniform {

margin-top: -0.375em; }

.row.gtr-25.gtr-uniform > * {

padding-top: 0.375em; }

.row.gtr-50 {

margin-top: 0;

margin-left: -0.75em; }

.row.gtr-50 > * {

padding: 0 0 0 0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform {

margin-top: -0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform > * {

padding-top: 0.75em; }

.row {

margin-top: 0;

margin-left: -1.5em; }

.row > * {

padding: 0 0 0 1.5em; }
```

```
.row.gtr-uniform {  
  
    margin-top: -1.5em; }  
  
.row.gtr-uniform > * {  
  
    padding-top: 1.5em; }  
  
.row.gtr-150 {  
  
    margin-top: 0;  
  
    margin-left: -2.25em; }  
  
.row.gtr-150 > * {  
  
    padding: 0 0 0 2.25em; }  
  
.row.gtr-150.gtr-uniform {  
  
    margin-top: -2.25em; }  
  
.row.gtr-150.gtr-uniform > * {  
  
    padding-top: 2.25em; }  
  
.row.gtr-200 {  
  
    margin-top: 0;  
  
    margin-left: -3em; }  
  
.row.gtr-200 > * {  
  
    padding: 0 0 0 3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform {  
  
    margin-top: -3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform > * {  
  
    padding-top: 3em; } }
```

```
@media screen and (max-width: 1280px) {
```

```
.row {
```

```
  display: flex;
```

```
  flex-wrap: wrap;
```

```
  box-sizing: border-box;
```

```
  align-items: stretch; }
```

```
.row > * {
```

```
  box-sizing: border-box; }
```

```
.row.gtr-uniform > * > :last-child {
```

```
  margin-bottom: 0; }
```

```
.row.aln-left {
```

```
  justify-content: flex-start; }
```

```
.row.aln-center {
```

```
  justify-content: center; }
```

```
.row.aln-right {
```

```
  justify-content: flex-end; }
```

```
.row.aln-top {
```

```
  align-items: flex-start; }
```

```
.row.aln-middle {
```

```
  align-items: center; }
```

```
.row.aln-bottom {
```

```
  align-items: flex-end; }
```



```
.row > .imp-large {  
  
  order: -1; }  
  
.row > .col-1-large {  
  
  width: 8.3333333333%; }  
  
.row > .off-1-large {  
  
  margin-left: 8.3333333333%; }  
  
.row > .col-2-large {  
  
  width: 16.6666666667%; }  
  
.row > .off-2-large {  
  
  margin-left: 16.6666666667%; }  
  
.row > .col-3-large {  
  
  width: 25%; }  
  
.row > .off-3-large {  
  
  margin-left: 25%; }  
  
.row > .col-4-large {  
  
  width: 33.3333333333%; }  
  
.row > .off-4-large {  
  
  margin-left: 33.3333333333%; }  
  
.row > .col-5-large {  
  
  width: 41.6666666667%; }  
  
.row > .off-5-large {  
  
  margin-left: 41.6666666667%; }
```

```
.row > .col-6-large {  
  
    width: 50%; }  
  
.row > .off-6-large {  
  
    margin-left: 50%; }  
  
.row > .col-7-large {  
  
    width: 58.3333333333%; }  
  
.row > .off-7-large {  
  
    margin-left: 58.3333333333%; }  
  
.row > .col-8-large {  
  
    width: 66.6666666667%; }  
  
.row > .off-8-large {  
  
    margin-left: 66.6666666667%; }  
  
.row > .col-9-large {  
  
    width: 75%; }  
  
.row > .off-9-large {  
  
    margin-left: 75%; }  
  
.row > .col-10-large {  
  
    width: 83.3333333333%; }  
  
.row > .off-10-large {  
  
    margin-left: 83.3333333333%; }  
  
.row > .col-11-large {  
  
    width: 91.6666666667%; }
```

```
.row > .off-11-large {  
  
  margin-left: 91.6666666667%; }  
  
.row > .col-12-large {  
  
  width: 100%; }  
  
.row > .off-12-large {  
  
  margin-left: 100%; }  
  
.row.gtr-0 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: 0em; }  
  
.row.gtr-0 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform {  
  
  margin-top: 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0em; }  
  
.row.gtr-25 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: -0.375em; }  
  
.row.gtr-25 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0.375em; }  
  
.row.gtr-25.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -0.375em; }
```

```
.row.gtr-25.gtr-uniform > * {  
    padding-top: 0.375em; }  
  
.row.gtr-50 {  
    margin-top: 0;  
    margin-left: -0.75em; }  
  
.row.gtr-50 > * {  
    padding: 0 0 0 0.75em; }  
  
.row.gtr-50.gtr-uniform {  
    margin-top: -0.75em; }  
  
.row.gtr-50.gtr-uniform > * {  
    padding-top: 0.75em; }  
  
.row {  
    margin-top: 0;  
    margin-left: -1.5em; }  
  
.row > * {  
    padding: 0 0 0 1.5em; }  
  
.row.gtr-uniform {  
    margin-top: -1.5em; }  
  
.row.gtr-uniform > * {  
    padding-top: 1.5em; }  
  
.row.gtr-150 {  
    margin-top: 0;
```

```
margin-left: -2.25em; }

.row.gtr-150 > * {

padding: 0 0 0 2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform {

margin-top: -2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform > * {

padding-top: 2.25em; }

.row.gtr-200 {

margin-top: 0;

margin-left: -3em; }

.row.gtr-200 > * {

padding: 0 0 0 3em; }

.row.gtr-200.gtr-uniform {

margin-top: -3em; }

.row.gtr-200.gtr-uniform > * {

padding-top: 3em; }}

@media screen and (max-width: 980px) {

.row {

display: flex;

flex-wrap: wrap;

box-sizing: border-box;

align-items: stretch; }
```

```
.row > * {  
  
  box-sizing: border-box; }  
  
.row.gtr-uniform > * > :last-child {  
  
  margin-bottom: 0; }  
  
.row.aln-left {  
  
  justify-content: flex-start; }  
  
.row.aln-center {  
  
  justify-content: center; }  
  
.row.aln-right {  
  
  justify-content: flex-end; }  
  
.row.aln-top {  
  
  align-items: flex-start; }  
  
.row.aln-middle {  
  
  align-items: center; }  
  
.row.aln-bottom {  
  
  align-items: flex-end; }  
  
.row > .imp-medium {  
  
  order: -1; }  
  
.row > .col-1-medium {  
  
  width: 8.3333333333%; }  
  
.row > .off-1-medium {  
  
  margin-left: 8.3333333333%; }
```

```
.row > .col-2-medium {  
  
  width: 16.6666666667%; }  
  
.row > .off-2-medium {  
  
  margin-left: 16.6666666667%; }  
  
.row > .col-3-medium {  
  
  width: 25%; }  
  
.row > .off-3-medium {  
  
  margin-left: 25%; }  
  
.row > .col-4-medium {  
  
  width: 33.3333333333%; }  
  
.row > .off-4-medium {  
  
  margin-left: 33.3333333333%; }  
  
.row > .col-5-medium {  
  
  width: 41.6666666667%; }  
  
.row > .off-5-medium {  
  
  margin-left: 41.6666666667%; }  
  
.row > .col-6-medium {  
  
  width: 50%; }  
  
.row > .off-6-medium {  
  
  margin-left: 50%; }  
  
.row > .col-7-medium {  
  
  width: 58.3333333333%; }
```

```
.row > .off-7-medium {  
  
  margin-left: 58.3333333333%; }  
  
.row > .col-8-medium {  
  
  width: 66.6666666667%; }  
  
.row > .off-8-medium {  
  
  margin-left: 66.6666666667%; }  
  
.row > .col-9-medium {  
  
  width: 75%; }  
  
.row > .off-9-medium {  
  
  margin-left: 75%; }  
  
.row > .col-10-medium {  
  
  width: 83.3333333333%; }  
  
.row > .off-10-medium {  
  
  margin-left: 83.3333333333%; }  
  
.row > .col-11-medium {  
  
  width: 91.6666666667%; }  
  
.row > .off-11-medium {  
  
  margin-left: 91.6666666667%; }  
  
.row > .col-12-medium {  
  
  width: 100%; }  
  
.row > .off-12-medium {  
  
  margin-left: 100%; }
```



```
.row.gtr-0 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: 0em; }  
  
.row.gtr-0 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform {  
  
  margin-top: 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0em; }  
  
.row.gtr-25 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: -0.375em; }  
  
.row.gtr-25 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0.375em; }  
  
.row.gtr-25.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -0.375em; }  
  
.row.gtr-25.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0.375em; }  
  
.row.gtr-50 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: -0.75em; }  
  
.row.gtr-50 > * {
```

```
padding: 0 0 0 0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform {

margin-top: -0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform > * {

padding-top: 0.75em; }

.row {

margin-top: 0;

margin-left: -1.5em; }

.row > * {

padding: 0 0 0 1.5em; }

.row.gtr-uniform {

margin-top: -1.5em; }

.row.gtr-uniform > * {

padding-top: 1.5em; }

.row.gtr-150 {

margin-top: 0;

margin-left: -2.25em; }

.row.gtr-150 > * {

padding: 0 0 0 2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform {

margin-top: -2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform > * {
```

```
padding-top: 2.25em; }

.row.gtr-200 {

margin-top: 0;

margin-left: -3em; }

.row.gtr-200 > * {

padding: 0 0 0 3em; }

.row.gtr-200.gtr-uniform {

margin-top: -3em; }

.row.gtr-200.gtr-uniform > * {

padding-top: 3em; }}

@media screen and (max-width: 736px) {

.row {

display: flex;

flex-wrap: wrap;

box-sizing: border-box;

align-items: stretch; }

.row > * {

box-sizing: border-box; }

.row.gtr-uniform > * > :last-child {

margin-bottom: 0; }

.row.aln-left {

justify-content: flex-start; }
```

```
.row.aln-center {  
  
  justify-content: center; }  
  
.row.aln-right {  
  
  justify-content: flex-end; }  
  
.row.aln-top {  
  
  align-items: flex-start; }  
  
.row.aln-middle {  
  
  align-items: center; }  
  
.row.aln-bottom {  
  
  align-items: flex-end; }  
  
.row > .imp-small {  
  
  order: -1; }  
  
.row > .col-1-small {  
  
  width: 8.3333333333%; }  
  
.row > .off-1-small {  
  
  margin-left: 8.3333333333%; }  
  
.row > .col-2-small {  
  
  width: 16.6666666667%; }  
  
.row > .off-2-small {  
  
  margin-left: 16.6666666667%; }  
  
.row > .col-3-small {  
  
  width: 25%; }
```

```
.row > .off-3-small {  
  
  margin-left: 25%; }  
  
.row > .col-4-small {  
  
  width: 33.3333333333%; }  
  
.row > .off-4-small {  
  
  margin-left: 33.3333333333%; }  
  
.row > .col-5-small {  
  
  width: 41.6666666667%; }  
  
.row > .off-5-small {  
  
  margin-left: 41.6666666667%; }  
  
.row > .col-6-small {  
  
  width: 50%; }  
  
.row > .off-6-small {  
  
  margin-left: 50%; }  
  
.row > .col-7-small {  
  
  width: 58.3333333333%; }  
  
.row > .off-7-small {  
  
  margin-left: 58.3333333333%; }  
  
.row > .col-8-small {  
  
  width: 66.6666666667%; }  
  
.row > .off-8-small {  
  
  margin-left: 66.6666666667%; }
```

```
.row > .col-9-small {  
  
    width: 75%; }  
  
.row > .off-9-small {  
  
    margin-left: 75%; }  
  
.row > .col-10-small {  
  
    width: 83.3333333333%; }  
  
.row > .off-10-small {  
  
    margin-left: 83.3333333333%; }  
  
.row > .col-11-small {  
  
    width: 91.6666666667%; }  
  
.row > .off-11-small {  
  
    margin-left: 91.6666666667%; }  
  
.row > .col-12-small {  
  
    width: 100%; }  
  
.row > .off-12-small {  
  
    margin-left: 100%; }  
  
.row.gtr-0 {  
  
    margin-top: 0;  
  
    margin-left: 0em; }  
  
.row.gtr-0 > * {  
  
    padding: 0 0 0 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform {
```

```
margin-top: 0em; }

.row.gtr-0.gtr-uniform > * {

padding-top: 0em; }

.row.gtr-25 {

margin-top: 0;

margin-left: -0.375em; }

.row.gtr-25 > * {

padding: 0 0 0 0.375em; }

.row.gtr-25.gtr-uniform {

margin-top: -0.375em; }

.row.gtr-25.gtr-uniform > * {

padding-top: 0.375em; }

.row.gtr-50 {

margin-top: 0;

margin-left: -0.75em; }

.row.gtr-50 > * {

padding: 0 0 0 0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform {

margin-top: -0.75em; }

.row.gtr-50.gtr-uniform > * {

padding-top: 0.75em; }

.row {
```

```
margin-top: 0;

margin-left: -1.5em; }

.row > * {

padding: 0 0 0 1.5em; }

.row.gtr-uniform {

margin-top: -1.5em; }

.row.gtr-uniform > * {

padding-top: 1.5em; }

.row.gtr-150 {

margin-top: 0;

margin-left: -2.25em; }

.row.gtr-150 > * {

padding: 0 0 0 2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform {

margin-top: -2.25em; }

.row.gtr-150.gtr-uniform > * {

padding-top: 2.25em; }

.row.gtr-200 {

margin-top: 0;

margin-left: -3em; }

.row.gtr-200 > * {

padding: 0 0 0 3em; }
```



```
.row.gtr-200.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 3em; } }  
  
@media screen and (max-width: 480px) {  
  
.row {  
  
  display: flex;  
  
  flex-wrap: wrap;  
  
  box-sizing: border-box;  
  
  align-items: stretch; }  
  
.row > * {  
  
  box-sizing: border-box; }  
  
.row.gtr-uniform > * > :last-child {  
  
  margin-bottom: 0; }  
  
.row.aln-left {  
  
  justify-content: flex-start; }  
  
.row.aln-center {  
  
  justify-content: center; }  
  
.row.aln-right {  
  
  justify-content: flex-end; }  
  
.row.aln-top {  
  
  align-items: flex-start; }
```

```
.row.aln-middle {  
  
  align-items: center; }  
  
.row.aln-bottom {  
  
  align-items: flex-end; }  
  
.row > .imp-xsmall {  
  
  order: -1; }  
  
.row > .col-1-xsmall {  
  
  width: 8.3333333333%; }  
  
.row > .off-1-xsmall {  
  
  margin-left: 8.3333333333%; }  
  
.row > .col-2-xsmall {  
  
  width: 16.6666666667%; }  
  
.row > .off-2-xsmall {  
  
  margin-left: 16.6666666667%; }  
  
.row > .col-3-xsmall {  
  
  width: 25%; }  
  
.row > .off-3-xsmall {  
  
  margin-left: 25%; }  
  
.row > .col-4-xsmall {  
  
  width: 33.3333333333%; }  
  
.row > .off-4-xsmall {  
  
  margin-left: 33.3333333333%; }
```

```
.row > .col-5-xsmall {  
  
  width: 41.6666666667%; }  
  
.row > .off-5-xsmall {  
  
  margin-left: 41.6666666667%; }  
  
.row > .col-6-xsmall {  
  
  width: 50%; }  
  
.row > .off-6-xsmall {  
  
  margin-left: 50%; }  
  
.row > .col-7-xsmall {  
  
  width: 58.3333333333%; }  
  
.row > .off-7-xsmall {  
  
  margin-left: 58.3333333333%; }  
  
.row > .col-8-xsmall {  
  
  width: 66.6666666667%; }  
  
.row > .off-8-xsmall {  
  
  margin-left: 66.6666666667%; }  
  
.row > .col-9-xsmall {  
  
  width: 75%; }  
  
.row > .off-9-xsmall {  
  
  margin-left: 75%; }  
  
.row > .col-10-xsmall {  
  
  width: 83.3333333333%; }
```

```
.row > .off-10-xsmall {  
  
  margin-left: 83.3333333333%; }  
  
.row > .col-11-xsmall {  
  
  width: 91.6666666667%; }  
  
.row > .off-11-xsmall {  
  
  margin-left: 91.6666666667%; }  
  
.row > .col-12-xsmall {  
  
  width: 100%; }  
  
.row > .off-12-xsmall {  
  
  margin-left: 100%; }  
  
.row.gtr-0 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: 0em; }  
  
.row.gtr-0 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform {  
  
  margin-top: 0em; }  
  
.row.gtr-0.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0em; }  
  
.row.gtr-25 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: -0.375em; }
```

```
.row.gtr-25 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0.375em; }  
  
.row.gtr-25.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -0.375em; }  
  
.row.gtr-25.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0.375em; }  
  
.row.gtr-50 {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: -0.75em; }  
  
.row.gtr-50 > * {  
  
  padding: 0 0 0 0.75em; }  
  
.row.gtr-50.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -0.75em; }  
  
.row.gtr-50.gtr-uniform > * {  
  
  padding-top: 0.75em; }  
  
.row {  
  
  margin-top: 0;  
  
  margin-left: -1.5em; }  
  
.row > * {  
  
  padding: 0 0 0 1.5em; }  
  
.row.gtr-uniform {  
  
  margin-top: -1.5em; }
```

```
.row.gtr-uniform > * {  
    padding-top: 1.5em; }  
  
.row.gtr-150 {  
    margin-top: 0;  
    margin-left: -2.25em; }  
  
.row.gtr-150 > * {  
    padding: 0 0 0 2.25em; }  
  
.row.gtr-150.gtr-uniform {  
    margin-top: -2.25em; }  
  
.row.gtr-150.gtr-uniform > * {  
    padding-top: 2.25em; }  
  
.row.gtr-200 {  
    margin-top: 0;  
    margin-left: -3em; }  
  
.row.gtr-200 > * {  
    padding: 0 0 0 3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform {  
    margin-top: -3em; }  
  
.row.gtr-200.gtr-uniform > * {  
    padding-top: 3em; } }  
  
/* Section/Article */  
  
section.special, article.special {
```

```
text-align: center; }

header p {

font-family: "Roboto Slab", serif;

font-size: 1em;

font-weight: 400;

letter-spacing: 0.075em;

margin-top: -0.5em;

text-transform: uppercase; }

header.major > :last-child {

border-bottom: solid 3px #17A7BD;

display: inline-block;

margin: 0 0 2em 0;

padding: 0 0.75em 0.5em 0; }

header.main > :last-child {

margin: 0 0 1em 0; }

/* Form */

form {

margin: 0 0 2em 0; }

label {

color: #3d4449;

display: block;

font-size: 0.9em;
```

```
font-weight: 600;

margin: 0 0 1em 0; }

input[type="text"],
input[type="password"],
input[type="email"],
input[type="tel"],
input[type="search"],
input[type="url"],
select,
textarea {

  -moz-appearance: none;

  -webkit-appearance: none;

  -ms-appearance: none;

  appearance: none;

  background: #ffffff;

  border-radius: 0.375em;

  border: none;

  border: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);

  color: inherit;

  display: block;

  outline: 0;

  padding: 0 1em;
```



```
text-decoration: none;

width: 100%; }

input[type="text"]:invalid,

input[type="password"]:invalid,

input[type="email"]:invalid,

input[type="tel"]:invalid,

input[type="search"]:invalid,

input[type="url"]:invalid,

select:invalid,

textarea:invalid {

    box-shadow: none; }

input[type="text"]:focus,

input[type="password"]:focus,

input[type="email"]:focus,

input[type="tel"]:focus,

input[type="search"]:focus,

input[type="url"]:focus,

select:focus,

textarea:focus {

    border-color: #f56a6a;

    box-shadow: 0 0 0 1px #f56a6a; }

select {
```

```
background-image: url("data:image/svg+xml;charset=utf8,%3Csvg
xmlns='http://www.w3.org/2000/svg' width='40' height='40' preserveAspectRatio='none' viewBox='0
0 40 40'%3E%3Cpath d='M9.4,12.3l10.4,10.4l10.4-10.4c0.2-0.2,0.5-0.4,0.9-
0.4c0.3,0,0.6,0.1,0.9,0.4l3.3,3.3c0.2,0.2,0.4,0.5,0.4,0.9 c0,0.4-0.1,0.6-0.4,0.9L20.7,31.9c-0.2,0.2-
0.5,0.4-0.9,0.4c-0.3,0-0.6-0.1-0.9-0.4L4.3,17.3c-0.2-0.2-0.4-0.5-0.4-0.9 c0-0.4,0.1-0.6,0.4-0.9l3.3-
3.3c0.2-0.2,0.5-0.4,0.9-0.4S9.1,12.1,9.4,12.3z' fill='rgba(210, 215, 217, 0.75)' /%3E%3C/svg%3E");
```

```
background-size: 1.25em;
```

```
background-repeat: no-repeat;
```

```
background-position: calc(100% - 1em) center;
```

```
height: 2.75em;
```

```
padding-right: 2.75em;
```

```
text-overflow: ellipsis; }
```

```
select option {
```

```
color: #3d4449;
```

```
background: #ffffff; }
```

```
select:focus::-ms-value {
```

```
background-color: transparent; }
```

```
select::-ms-expand {
```

```
display: none; }
```

```
input[type="text"],
```

```
input[type="password"],
```

```
input[type="email"],
```

```
input[type="tel"],
```

```
input[type="search"],
```

```
input[type="url"],

select {

    height: 2.75em; }

textarea {

    padding: 0.75em 1em; }

input[type="checkbox"],

input[type="radio"] {

    -moz-appearance: none;

    -webkit-appearance: none;

    -ms-appearance: none;

    appearance: none;

    display: block;

    float: left;

    margin-right: -2em;

    opacity: 0;

    width: 1em;

    z-index: -1; }

input[type="checkbox"] + label,

input[type="radio"] + label {

    text-decoration: none;

    color: #7f888f;

    cursor: pointer;
```

```
display: inline-block;

font-size: 1em;

font-weight: 400;

padding-left: 2.4em;

padding-right: 0.75em;

position: relative; }

input[type="checkbox"] + label:before,

input[type="radio"] + label:before {

    -moz-osx-font-smoothing: grayscale;

    -webkit-font-smoothing: antialiased;

    font-family: FontAwesome;

    font-style: normal;

    font-weight: normal;

    text-transform: none !important; }

input[type="checkbox"] + label:before,

input[type="radio"] + label:before {

    background: #ffffff;

    border-radius: 0.375em;

    border: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);

    content: "";

    display: inline-block;

    height: 1.65em;
```

```
left: 0;

line-height: 1.58125em;

position: absolute;

text-align: center;

top: 0;

width: 1.65em; }

input[type="checkbox"]:checked + label:before,

input[type="radio"]:checked + label:before {

background: #3d4449;

border-color: #3d4449;

color: #ffffff;

content: '\f00c'; }

input[type="checkbox"]:focus + label:before,

input[type="radio"]:focus + label:before {

border-color: #f56a6a;

box-shadow: 0 0 1px #f56a6a; }

input[type="checkbox"] + label:before {

border-radius: 0.375em; }

input[type="radio"] + label:before {

border-radius: 100%; }

::-webkit-input-placeholder {

color: #9fa3a6 !important;
```

```
opacity: 1.0; }

:-moz-placeholder {

color: #9fa3a6 !important;

opacity: 1.0; }

::-moz-placeholder {

color: #9fa3a6 !important;

opacity: 1.0; }

:-ms-input-placeholder {

color: #9fa3a6 !important;

opacity: 1.0; }

/* Box */

.box {

border-radius: 0.375em;

border: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);

margin-bottom: 2em;

padding: 1.5em; }

.box > :last-child,

.box > :last-child > :last-child,

.box > :last-child > :last-child > :last-child {

margin-bottom: 0; }

.box.alt {

border: 0;
```

```
border-radius: 0;

padding: 0; }

/* Icon */

.icon {

text-decoration: none;

border-bottom: none;

position: relative; }

.icon:before {

-moz-osx-font-smoothing: grayscale;

-webkit-font-smoothing: antialiased;

font-family: FontAwesome;

font-style: normal;

font-weight: normal;

text-transform: none !important; }

.icon > .label {

display: none; }

/* Image */

.image {

border-radius: 0.375em;

border: 0;

display: inline-block;

position: relative; }
```

```
.image img {  
  
  border-radius: 0.375em;  
  
  display: block; }  
  
.image.left, .image.right {  
  
  max-width: 40%; }  
  
.image.left img, .image.right img {  
  
  width: 100%; }  
  
.image.left {  
  
  float: left;  
  
  padding: 0 1.5em 1em 0;  
  
  top: 0.25em; }  
  
.image.right {  
  
  float: right;  
  
  padding: 0 0 1em 1.5em;  
  
  top: 0.25em; }  
  
.image.fit {  
  
  display: block;  
  
  margin: 0 0 2em 0;  
  
  width: 100%; }  
  
.image.fit img {  
  
  width: 100%; }  
  
.image.main {
```



```
display: block;

margin: 0 0 3em 0;

width: 100%; }

.image.main img {

width: 100%; }

a.image {

overflow: hidden; }

a.image img {

-moz-transition: -moz-transform 0.2s ease;

-webkit-transition: -webkit-transform 0.2s ease;

-ms-transition: -ms-transform 0.2s ease;

transition: transform 0.2s ease; }

a.image:hover img {

-moz-transform: scale(1.075);

-webkit-transform: scale(1.075);

-ms-transform: scale(1.075);

transform: scale(1.075); }

/* List */

ol {

list-style: decimal;

margin: 0 0 2em 0;

padding-left: 1.25em; }
```

```
ol li {  
  
    padding-left: 0.25em; }  
  
ul {  
  
    list-style: disc;  
  
    margin: 0 0 2em 0;  
  
    padding-left: 1em; }  
  
ul li {  
  
    padding-left: 0.5em; }  
  
ul.alt {  
  
    list-style: none;  
  
    padding-left: 0; }  
  
ul.alt li {  
  
    border-top: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);  
  
    padding: 0.5em 0; }  
  
ul.alt li:first-child {  
  
    border-top: 0;  
  
    padding-top: 0; }  
  
dl {  
  
    margin: 0 0 2em 0; }  
  
dl dt {  
  
    display: block;  
  
    font-weight: 600;
```

```
margin: 0 0 1em 0; }

dl dd {

margin-left: 2em; }

/* Actions */

ul.actions {

display: -moz-flex;

display: -webkit-flex;

display: -ms-flex;

display: flex;

cursor: default;

list-style: none;

margin-left: -1em;

padding-left: 0; }

ul.actions li {

padding: 0 0 0 1em;

vertical-align: middle; }

ul.actions.special {

-moz-justify-content: center;

-webkit-justify-content: center;

-ms-justify-content: center;

justify-content: center;

width: 100%;
```

```
margin-left: 0; }

ul.actions.special li:first-child {

    padding-left: 0; }

ul.actions.stacked {

    -moz-flex-direction: column;

    -webkit-flex-direction: column;

    -ms-flex-direction: column;

    flex-direction: column;

    margin-left: 0; }

ul.actions.stacked li {

    padding: 1.3em 0 0 0; }

ul.actions.stacked li:first-child {

    padding-top: 0; }

ul.actions.fit {

    width: calc(100% + 1em); }

ul.actions.fit li {

    -moz-flex-grow: 1;

    -webkit-flex-grow: 1;

    -ms-flex-grow: 1;

    flex-grow: 1;

    -moz-flex-shrink: 1;

    -webkit-flex-shrink: 1;
```

```
-ms-flex-shrink: 1;

flex-shrink: 1;

width: 100%; }

ul.actions.fit li > * {

    width: 100%; }

ul.actions.fit.stacked {

    width: 100%; }

/* Icons */

ul.icons {

    cursor: default;

    list-style: none;

    padding-left: 0; }

ul.icons li {

    display: inline-block;

    padding: 0 1em 0 0; }

ul.icons li:last-child {

    padding-right: 0; }

ul.icons li .icon {

    color: inherit; }

ul.icons li .icon:before {

    font-size: 1.25em; }

/* Contact */
```

```
ul.contact {  
  
  list-style: none;  
  
  padding: 0; }  
  
ul.contact li {  
  
  text-decoration: none;  
  
  border-top: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);  
  
  margin: 1.5em 0 0 0;  
  
  padding: 1.5em 0 0 3em;  
  
  position: relative; }  
  
ul.contact li:before {  
  
  -moz-osx-font-smoothing: grayscale;  
  
  -webkit-font-smoothing: antialiased;  
  
  font-family: FontAwesome;  
  
  font-style: normal;  
  
  font-weight: normal;  
  
  text-transform: none !important; }  
  
ul.contact li:before {  
  
  color: #17A7BD;  
  
  display: inline-block;  
  
  font-size: 1.5em;  
  
  height: 1.125em;  
  
  left: 0;
```

```
    line-height: 1.125em;

    position: absolute;

    text-align: center;

    top: 1em;

    width: 1.5em; }

ul.contact li:first-child {

    border-top: 0;

    margin-top: 0;

    padding-top: 0; }

ul.contact li:first-child:before {

    top: 0; }

ul.contact li a {

    color: inherit; }

/* Pagination */

ul.pagination {

    cursor: default;

    list-style: none;

    padding-left: 0; }

ul.pagination li {

    display: inline-block;

    padding-left: 0;

    vertical-align: middle; }
```

```
ul.pagination li > .page {  
  
  -moz-transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;  
  
  -webkit-transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;  
  
  -ms-transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;  
  
  transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;  
  
  border-bottom: 0;  
  
  border-radius: 0.375em;  
  
  display: inline-block;  
  
  font-size: 0.8em;  
  
  font-weight: 600;  
  
  height: 2em;  
  
  line-height: 2em;  
  
  margin: 0 0.125em;  
  
  min-width: 2em;  
  
  padding: 0 0.5em;  
  
  text-align: center; }  
  
ul.pagination li > .page.active {  
  
  background-color: #f56a6a;  
  
  color: #ffffff !important; }  
  
ul.pagination li > .page.active:hover {  
  
  background-color: #f67878; }  
  
ul.pagination li > .page.active:active {
```



```
        background-color: #f45c5c; }

ul.pagination li:first-child {

    padding-right: 0.75em; }

ul.pagination li:last-child {

    padding-left: 0.75em; }

@media screen and (max-width: 480px) {

    ul.pagination li:nth-child(n+2):nth-last-child(n+2) {

        display: none; }

    ul.pagination li:first-child {

        padding-right: 0; } }

/* Table */

.table-wrapper {

    -webkit-overflow-scrolling: touch;

    overflow-x: auto; }

table {

    margin: 0 0 2em 0;

    width: 100%; }

table tbody tr {

    border: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);

    border-left: 0;

    border-right: 0; }

table tbody tr:nth-child(2n + 1) {
```

```
background-color: rgba(230, 235, 237, 0.25); }

table td {

padding: 0.75em 0.75em; }

table th {

color: #3d4449;

font-size: 0.9em;

font-weight: 600;

padding: 0 0.75em 0.75em 0.75em;

text-align: left; }

table thead {

border-bottom: solid 2px rgba(210, 215, 217, 0.75); }

table tfoot {

border-top: solid 2px rgba(210, 215, 217, 0.75); }

table.alt {

border-collapse: separate; }

table.alt tbody tr td {

border: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);

border-left-width: 0;

border-top-width: 0; }

table.alt tbody tr td:first-child {

border-left-width: 1px; }

table.alt tbody tr:first-child td {
```

```
border-top-width: 1px; }

table.alt thead {

border-bottom: 0; }

table.alt tfoot {

border-top: 0; }

/* Button */

input[type="submit"],

input[type="reset"],

input[type="button"],

button,

.button {

-moz-appearance: none;

-webkit-appearance: none;

-ms-appearance: none;

appearance: none;

-moz-transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;

-webkit-transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;

-ms-transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;

transition: background-color 0.2s ease-in-out, color 0.2s ease-in-out;

background-color: transparent;

border-radius: 0.375em;

border: 0;
```

```
box-shadow: inset 0 0 0 2px #f56a6a;

color: #f56a6a !important;

cursor: pointer;

display: inline-block;

font-family: "Roboto Slab", serif;

font-size: 0.8em;

font-weight: 700;

height: 3.5em;

letter-spacing: 0.075em;

line-height: 3.5em;

padding: 0 2.25em;

text-align: center;

text-decoration: none;

text-transform: uppercase;

white-space: nowrap; }

input[type="submit"]:hover,

input[type="reset"]:hover,

input[type="button"]:hover,

button:hover,

.button:hover {

    background-color: rgba(245, 106, 106, 0.05); }

input[type="submit"]:active,
```

```
input[type="reset"]:active,

input[type="button"]:active,

button:active,

.button:active {

    background-color: rgba(245, 106, 106, 0.15); }

input[type="submit"].icon:before,

input[type="reset"].icon:before,

input[type="button"].icon:before,

button.icon:before,

.button.icon:before {

    margin-right: 0.5em; }

input[type="submit"].fit,

input[type="reset"].fit,

input[type="button"].fit,

button.fit,

.button.fit {

    width: 100%; }

input[type="submit"].small,

input[type="reset"].small,

input[type="button"].small,

button.small,

.button.small {
```

```
font-size: 0.6em; }

input[type="submit"].large,
input[type="reset"].large,
input[type="button"].large,
button.large,
.button.large {

font-size: 1em;

height: 3.65em;

line-height: 3.65em; }

input[type="submit"].primary,
input[type="reset"].primary,
input[type="button"].primary,
button.primary,
.button.primary {

background-color: #f56a6a;

box-shadow: none;

color: #ffffff !important; }

input[type="submit"].primary:hover,
input[type="reset"].primary:hover,
input[type="button"].primary:hover,
button.primary:hover,
.button.primary:hover {
```

```
background-color: #f67878; }

input[type="submit"].primary:active,

input[type="reset"].primary:active,

input[type="button"].primary:active,

button.primary:active,

.button.primary:active {

background-color: #f45c5c; }

input[type="submit"].disabled, input[type="submit"]:disabled,

input[type="reset"].disabled,

input[type="reset"]:disabled,

input[type="button"].disabled,

input[type="button"]:disabled,

button.disabled,

button:disabled,

.button.disabled,

.button:disabled {

pointer-events: none;

opacity: 0.25; }

/* Mini Posts */

.mini-posts article {

border-top: solid 1px rgba(210, 215, 217, 0.75);

margin-top: 2em;
```

```
padding-top: 2em; }

.mini-posts article .image {

    display: block;

    margin: 0 0 1.5em 0; }

.mini-posts article .image img {

    display: block;

    width: 100%; }

.mini-posts article:first-child {

    border-top: 0;

    margin-top: 0;

    padding-top: 0; }

/* Features */

.features {

    display: -moz-flex;

    display: -webkit-flex;

    display: -ms-flex;

    display: flex;

    -moz-flex-wrap: wrap;

    -webkit-flex-wrap: wrap;

    -ms-flex-wrap: wrap;

    flex-wrap: wrap;

    margin: 0 0 2em -3em;
```



```
width: calc(100% + 3em); }

.features article {

  -moz-align-items: center;

  -webkit-align-items: center;

  -ms-align-items: center;

  align-items: center;

  display: -moz-flex;

  display: -webkit-flex;

  display: -ms-flex;

  display: flex;

  margin: 0 0 3em 3em;

  position: relative;

  width: calc(50% - 3em); }

.features article:nth-child(2n - 1) {

  margin-right: 1.5em; }

.features article:nth-child(2n) {

  margin-left: 1.5em; }

.features article:nth-last-child(1), .features article:nth-last-child(2) {

  margin-bottom: 0; }

.features article .icon {

  -moz-flex-grow: 0;

  -webkit-flex-grow: 0;
```

```
-ms-flex-grow: 0;

flex-grow: 0;

-moz-flex-shrink: 0;

-webkit-flex-shrink: 0;

-ms-flex-shrink: 0;

flex-shrink: 0;

display: block;

height: 10em;

line-height: 10em;

margin: 0 2em 0 0;

text-align: center;

width: 10em; }

.features article .icon:before {

  color: #f56a6a;

  font-size: 2.75rem;

  position: relative;

  top: 0.05em; }

.features article .icon:after {

  -moz-transform: rotate(45deg);

  -webkit-transform: rotate(45deg);

  -ms-transform: rotate(45deg);

  transform: rotate(45deg);
```

```
border-radius: 0.25rem;

border: solid 2px rgba(210, 215, 217, 0.75);

content: "";

display: block;

height: 7em;

left: 50%;

margin: -3.5em 0 0 -3.5em;

position: absolute;

top: 50%;

width: 7em; }
```

```
.features article .content {

-moz-flex-grow: 1;

-webkit-flex-grow: 1;

-ms-flex-grow: 1;

flex-grow: 1;

-moz-flex-shrink: 1;

-webkit-flex-shrink: 1;

-ms-flex-shrink: 1;

flex-shrink: 1;

width: 100%; }
```

```
.features article .content > :last-child {

margin-bottom: 0; }
```

```
@media screen and (max-width: 980px) {  
  
  .features {  
  
    margin: 0 0 2em 0;  
  
    width: 100%; }  
  
  .features article {  
  
    margin: 0 0 3em 0;  
  
    width: 100%; }  
  
  .features article:nth-child(2n - 1) {  
  
    margin-right: 0; }  
  
  .features article:nth-child(2n) {  
  
    margin-left: 0; }  
  
  .features article:nth-last-child(1), .features article:nth-last-child(2) {  
  
    margin-bottom: 3em; }  
  
  .features article:last-child {  
  
    margin-bottom: 0; }  
  
  .features article .icon {  
  
    height: 8em;  
  
    line-height: 8em;  
  
    width: 8em; }  
  
  .features article .icon:before {  
  
    font-size: 2.25rem; }  
  
  .features article .icon:after {
```

```
height: 6em;

margin: -3em 0 0 -3em;

width: 6em; } }

@media screen and (max-width: 480px) {

.features article {

-moz-flex-direction: column;

-webkit-flex-direction: column;

-ms-flex-direction: column;

flex-direction: column;

-moz-align-items: -moz-flex-start;

-webkit-align-items: -webkit-flex-start;

-ms-align-items: -ms-flex-start;

align-items: flex-start; }

.features article .icon {

height: 6em;

line-height: 6em;

margin: 0 0 1.5em 0;

width: 6em; }

.features article .icon:before {

font-size: 1.5rem; }

.features article .icon:after {

height: 4em;
```

```
margin: -2em 0 0 -2em;

width: 4em; } }

@media screen and (max-width: 480px) {

.features article .icon:before {

font-size: 1.25rem; } }

/* Posts */

.posts {

display: -moz-flex;

display: -webkit-flex;

display: -ms-flex;

display: flex;

-moz-flex-wrap: wrap;

-webkit-flex-wrap: wrap;

-ms-flex-wrap: wrap;

flex-wrap: wrap;

margin: 0 0 2em -6em;

width: calc(100% + 6em); }

.posts article {

-moz-flex-grow: 0;

-webkit-flex-grow: 0;

-ms-flex-grow: 0;

flex-grow: 0;
```

```
-moz-flex-shrink: 1;

-webkit-flex-shrink: 1;

-ms-flex-shrink: 1;

flex-shrink: 1;

margin: 0 0 6em 6em;

position: relative;

width: calc(33.3333333333% - 6em); }

.posts article:before {

    background: rgba(210, 215, 217, 0.75);

    content: "";

    display: block;

    height: calc(100% + 6em);

    left: -3em;

    position: absolute;

    top: 0;

    width: 1px; }

.posts article:after {

    background: rgba(210, 215, 217, 0.75);

    bottom: -3em;

    content: "";

    display: block;

    height: 1px;
```

```
position: absolute;

right: 0;

width: calc(100% + 6em); }

.posts article > :last-child {

margin-bottom: 0; }

.posts article .image {

display: block;

margin: 0 0 2em 0; }

.posts article .image img {

display: block;

width: 100%; }

@media screen and (min-width: 1681px) {

.posts article:nth-child(3n + 1):before {

display: none; }

.posts article:nth-child(3n + 1):after {

width: 100%; }

.posts article:nth-last-child(1), .posts article:nth-last-child(2), .posts article:nth-last-child(3) {

margin-bottom: 0; }

.posts article:nth-last-child(1):before, .posts article:nth-last-child(2):before, .posts article:nth-last-child(3):before {

height: 100%; }

.posts article:nth-last-child(1):after, .posts article:nth-last-child(2):after, .posts article:nth-last-child(3):after {
```



```
display: none; } }

@media screen and (max-width: 1680px) {

.posts article {

width: calc(50% - 6em); }

.posts article:nth-last-child(3) {

margin-bottom: 6em; } }

@media screen and (min-width: 481px) and (max-width: 1680px) {

.posts article:nth-child(2n + 1):before {

display: none; }

.posts article:nth-child(2n + 1):after {

width: 100%; }

.posts article:nth-last-child(1), .posts article:nth-last-child(2) {

margin-bottom: 0; }

.posts article:nth-last-child(1):before, .posts article:nth-last-child(2):before {

height: 100%; }

.posts article:nth-last-child(1):after, .posts article:nth-last-child(2):after {

display: none; } }

@media screen and (max-width: 736px) {

.posts {

margin: 0 0 2em -4.5em;

width: calc(100% + 4.5em); }

.posts article {
```

```
margin: 0 0 4.5em 4.5em;

width: calc(50% - 4.5em); }

.posts article:before {

height: calc(100% + 4.5em);

left: -2.25em; }

.posts article:after {

bottom: -2.25em;

width: calc(100% + 4.5em); }

.posts article:nth-last-child(3) {

margin-bottom: 4.5em; } }

@media screen and (max-width: 480px) {

.posts {

margin: 0 0 2em 0;

width: 100%; }

.posts article {

margin: 0 0 4.5em 0;

width: 100%; }

.posts article:before {

display: none; }

.posts article:after {

width: 100%; }

.posts article:last-child {
```

```
margin-bottom: 0; }

.posts article:last-child:after {

    display: none; } }

/* Wrapper */

#wrapper {

    display: -moz-flex;

    display: -webkit-flex;

    display: -ms-flex;

    display: flex;

    -moz-flex-direction: row-reverse;

    -webkit-flex-direction: row-reverse;

    -ms-flex-direction: row-reverse;

    flex-direction: row-reverse;

    min-height: 100vh; }

/* Main */

#main {

    -moz-flex-grow: 1;

    -webkit-flex-grow: 1;

    -ms-flex-grow: 1;

    flex-grow: 1;

    -moz-flex-shrink: 1;

    -webkit-flex-shrink: 1;
```

```
-ms-flex-shrink: 1;

flex-shrink: 1;

width: 100%; }

#main > .inner {

    padding: 0 6em 0.1em 6em ;

    margin: 0 auto;

    max-width: 110em; }

#main > .inner > section {

    padding: 6em 0 4em 0 ;

    border-top: solid 2px rgba(210, 215, 217, 0.75); }

#main > .inner > section:first-of-type {

    border-top: 0 !important; }

@media screen and (max-width: 1680px) {

    #main > .inner {

        padding: 0 5em 0.1em 5em ; }

        #main > .inner > section {

            padding: 5em 0 3em 0 ; } }

@media screen and (max-width: 1280px) {

    #main > .inner {

        padding: 0 4em 0.1em 4em ; }

        #main > .inner > section {

            padding: 4em 0 2em 0 ; } }
```

```
@media screen and (max-width: 736px) {

  #main > .inner {

    padding: 0 2em 0.1em 2em ; }

    #main > .inner > section {

      padding: 3em 0 1em 0 ; } }

/* Sidebar */

#search form {

  text-decoration: none;

  position: relative; }

#search form:before {

  -moz-osx-font-smoothing: grayscale;

  -webkit-font-smoothing: antialiased;

  font-family: FontAwesome;

  font-style: normal;

  font-weight: normal;

  text-transform: none !important; }

#search form:before {

  -moz-transform: scaleX(-1);

  -webkit-transform: scaleX(-1);

  -ms-transform: scaleX(-1);

  transform: scaleX(-1);

  color: #17A7BD;
```

```
content: '\f002';

cursor: default;

display: block;

font-size: 1.5em;

height: 2em;

line-height: 2em;

opacity: 0.325;

position: absolute;

right: 0;

text-align: center;

top: 0;

width: 2em; }

#search form input[type="text"] {

padding-right: 2.75em; }

#sidebar {

-moz-flex-grow: 0;

-webkit-flex-grow: 0;

-ms-flex-grow: 0;

flex-grow: 0;

-moz-flex-shrink: 0;

-webkit-flex-shrink: 0;

-ms-flex-shrink: 0;
```

```
flex-shrink: 0;

-moz-transition: margin-left 0.5s ease, box-shadow 0.5s ease;

-webkit-transition: margin-left 0.5s ease, box-shadow 0.5s ease;

-ms-transition: margin-left 0.5s ease, box-shadow 0.5s ease;

transition: margin-left 0.5s ease, box-shadow 0.5s ease;

background-color: #f5f6f7;

font-size: 0.9em;

position: relative;

width: 26em; }

#sidebar h2 {

    font-size: 1.3888888889em; }

#sidebar > .inner {

    padding: 2.222222222em 2.222222222em 2.444444444em 2.222222222em ;

    position: relative;

    width: 26em; }

#sidebar > .inner > * {

    border-bottom: solid 2px rgba(210, 215, 217, 0.75);

    margin: 0 0 3.5em 0;

    padding: 0 0 3.5em 0; }

#sidebar > .inner > * > :last-child {

    margin-bottom: 0; }

#sidebar > .inner > *:last-child {
```

```
border-bottom: 0;

margin-bottom: 0;

padding-bottom: 0; }

#sidebar > .inner > .alt {

background-color: #eff1f2;

border-bottom: 0;

margin: -2.222222222em 0 4.444444444em -2.222222222em;

padding: 2.222222222em;

width: calc(100% + 4.444444444em); }

#sidebar .toggle {

text-decoration: none;

-moz-transition: left 0.5s ease;

-webkit-transition: left 0.5s ease;

-ms-transition: left 0.5s ease;

transition: left 0.5s ease;

-webkit-tap-highlight-color: rgba(255, 255, 255, 0);

border: 0;

display: block;

height: 7.5em;

left: 26em;

line-height: 7.5em;

outline: 0;
```



```
overflow: hidden;

position: absolute;

text-align: center;

text-indent: 7.5em;

top: 0;

width: 6em;

z-index: 10000; }

#sidebar .toggle:before {

  -moz-osx-font-smoothing: grayscale;

  -webkit-font-smoothing: antialiased;

  font-family: FontAwesome;

  font-style: normal;

  font-weight: normal;

  text-transform: none !important; }

#sidebar .toggle:before {

  content: '\f0c9';

  font-size: 2rem;

  height: inherit;

  left: 0;

  line-height: inherit;

  position: absolute;

  text-indent: 0;
```

```
top: 0;

width: inherit; }

#sidebar.inactive {

margin-left: -26em; }

@media screen and (max-width: 1680px) {

#sidebar {

width: 24em; }

#sidebar > .inner {

padding: 1.6666666667em 1.6666666667em 1.3333333333em 1.6666666667em ;

width: 24em; }

#sidebar > .inner > .alt {

margin: -1.6666666667em 0 3.3333333333em -1.6666666667em;

padding: 1.6666666667em;

width: calc(100% + 3.3333333333em); }

#sidebar .toggle {

height: 6.25em;

left: 24em;

line-height: 6.25em;

text-indent: 5em;

width: 5em; }

#sidebar .toggle:before {

font-size: 1.5rem; }
```

```
#sidebar.inactive {  
  
  margin-left: -24em; } }
```

```
@media screen and (max-width: 1280px) {
```

```
#sidebar {  
  
  box-shadow: 0 0 5em 0 rgba(255, 255, 255, 0.175);  
  
  height: 100%;  
  
  left: 0;  
  
  position: fixed;  
  
  top: 0;  
  
  z-index: 10000; }
```

```
#sidebar.inactive {  
  
  box-shadow: none; }
```

```
#sidebar > .inner {  
  
  -webkit-overflow-scrolling: touch;  
  
  height: 100%;  
  
  left: 0;  
  
  overflow-x: hidden;  
  
  overflow-y: auto;  
  
  position: absolute;  
  
  top: 0; }  
  
#sidebar > .inner:after {  
  
  content: ";
```

```
display: block;

height: 4em;

width: 100%; }

#sidebar .toggle {

text-indent: 6em;

width: 6em; }

#sidebar .toggle:before {

font-size: 1.5rem;

margin-left: -0.4375em; }

body.is-preload #sidebar {

display: none; } }

@media screen and (max-width: 736px) {

#sidebar .toggle {

text-indent: 7.25em;

width: 7.25em; }

#sidebar .toggle:before {

color: #fff;

margin-left: -0.0625em;

margin-top: -0.25em;

font-size: 1.1rem;

z-index: 1; }

#sidebar .toggle:after {
```

```
background: rgba(222, 225, 226, 0.75);

border-radius: 0.375em;

content: "";

height: 3.5em;

left: 1em;

position: absolute;

top: 1em;

width: 5em; } }
```

```
/* Header */
```

```
#header {

display: -moz-flex;

display: -webkit-flex;

display: -ms-flex;

display: flex;

border-bottom: solid 5px #17A7BD;

padding: 6em 0 1em 0;

position: relative; }

#header > * {

-moz-flex: 1;

-webkit-flex: 1;

-ms-flex: 1;

flex: 1;
```

```
margin-bottom: 0; }

#header .logo {

border-bottom: 0;

color: inherit;

font-family: "Roboto Slab", serif;

font-size: 1.125em; }

#header .icons {

text-align: left; }

@media screen and (max-width: 1680px) {

#header {

padding-top: 5em; }}

@media screen and (max-width: 736px) {

#header {

padding-top: 6.5em; }

#header .logo {

font-size: 1.25em;

margin: 0; }

#header .icons {

height: 5em;

line-height: 5em;

position: absolute;

right: -0.5em;
```

```
    top: 0; } }

/* Banner */

#banner {

    padding: 6em 0 4em 0 ;

    display: -moz-flex;

    display: -webkit-flex;

    display: -ms-flex;

    display: flex; }

#banner h1 {

    margin-top: -0.125em; }

#banner .content {

    -moz-flex-grow: 1;

    -webkit-flex-grow: 1;

    -ms-flex-grow: 1;

    flex-grow: 1;

    -moz-flex-shrink: 1;

    -webkit-flex-shrink: 1;

    -ms-flex-shrink: 1;

    flex-shrink: 1;

    width: 50%; }

#banner .image {

    -moz-flex-grow: 0;
```

```
-webkit-flex-grow: 0;

-ms-flex-grow: 0;

flex-grow: 0;

-moz-flex-shrink: 0;

-webkit-flex-shrink: 0;

-ms-flex-shrink: 0;

flex-shrink: 0;

display: block;

margin: 0 0 2em 4em;

width: 50%; }

#banner .image img {

    height: 100%;

    -moz-object-fit: cover;

    -webkit-object-fit: cover;

    -ms-object-fit: cover;

    object-fit: cover;

    -moz-object-position: center;

    -webkit-object-position: center;

    -ms-object-position: center;

    object-position: center;

    width: 100%; }

@media screen and (orientation: portrait) {
```



```
#banner {  
  
  -moz-flex-direction: column-reverse;  
  
  -webkit-flex-direction: column-reverse;  
  
  -ms-flex-direction: column-reverse;  
  
  flex-direction: column-reverse; }  
  
#banner h1 br {  
  
  display: none; }  
  
#banner .content {  
  
  -moz-flex-grow: 0;  
  
  -webkit-flex-grow: 0;  
  
  -ms-flex-grow: 0;  
  
  flex-grow: 0;  
  
  -moz-flex-shrink: 0;  
  
  -webkit-flex-shrink: 0;  
  
  -ms-flex-shrink: 0;  
  
  flex-shrink: 0;  
  
  width: 100%; }  
  
#banner .image {  
  
  -moz-flex-grow: 0;  
  
  -webkit-flex-grow: 0;  
  
  -ms-flex-grow: 0;  
  
  flex-grow: 0;
```

```
-moz-flex-shrink: 0;

-webkit-flex-shrink: 0;

-ms-flex-shrink: 0;

flex-shrink: 0;

margin: 0 0 4em 0;

height: 25em;

max-height: 50vh;

min-height: 18em;

width: 100%; } }

@media screen and (orientation: portrait) and (max-width: 480px) {

  #banner .image {

    max-height: 35vh; } }

/* Footer */

#footer .copyright {

  color: #000;

  font-size: 0.9em; }

#footer .copyright a {

  color: inherit; }

/* Menu */

#menu ul {

  -moz-user-select: none;

  -webkit-user-select: none;
```

```
-ms-user-select: none;

user-select: none;

color: #17A7BD;

font-family: "Roboto Slab", serif;

font-family: 400;

letter-spacing: 0.075em;

list-style: none;

margin-bottom: 0;

padding: 0;

text-transform: uppercase; }

#menu ul a, #menu ul span {

    border-bottom: 0;

    color: inherit;

    cursor: pointer;

    display: block;

    font-size: 0.9em;

    padding: 0.625em 0; }

#menu ul a:hover, #menu ul span:hover {

    color: #17A7BD; }

#menu ul a.opener, #menu ul span.opener {

    -moz-transition: color 0.2s ease-in-out;

    -webkit-transition: color 0.2s ease-in-out;
```

```
-ms-transition: color 0.2s ease-in-out;

transition: color 0.2s ease-in-out;

text-decoration: none;

-webkit-tap-highlight-color: rgba(255, 255, 255, 0);

position: relative; }

#menu ul a.opener:before, #menu ul span.opener:before {

    -moz-osx-font-smoothing: grayscale;

    -webkit-font-smoothing: antialiased;

    font-family: FontAwesome;

    font-style: normal;

    font-weight: normal;

    text-transform: none !important; }

#menu ul a.opener:before, #menu ul span.opener:before {

    -moz-transition: color 0.2s ease-in-out, -moz-transform 0.2s ease-in-out;

    -webkit-transition: color 0.2s ease-in-out, -webkit-transform 0.2s ease-in-out;

    -ms-transition: color 0.2s ease-in-out, -ms-transform 0.2s ease-in-out;

    transition: color 0.2s ease-in-out, transform 0.2s ease-in-out;

    color: #000;

    content: '\f078';

    position: absolute;

    right: 0; }

#menu ul a.opener:hover:before, #menu ul span.opener:hover:before {
```

```
color: #17A7BD; }

#menu ul a.opener.active + ul, #menu ul span.opener.active + ul {

display: block; }

#menu ul a.opener.active:before, #menu ul span.opener.active:before {

-moz-transform: rotate(-180deg);

-webkit-transform: rotate(-180deg);

-ms-transform: rotate(-180deg);

transform: rotate(-180deg); }

#menu > ul > li {

border-top: solid 1px #000;

margin: 0.5em 0 0 0;

padding: 0.5em 0 0 0; }

#menu > ul > li > ul {

color: #000;

display: none;

margin: 0.5em 0 1.5em 0;

padding-left: 1em; }

#menu > ul > li > ul a, #menu > ul > li > ul span {

font-size: 0.8em; }

#menu > ul > li > ul > li {

margin: 0.125em 0 0 0;

padding: 0.125em 0 0 0; }
```

```
#menu > ul > li:first-child {  
  
border-top: 1;  
  
margin-top: 0;  
  
padding-top: 0; }
```

Capítol 3: Codi Javascript de l'aplicació

```
const max_cubetes = 8;

    const tolerancia = 0.2;

    const temps = 19 ;

    const temps2 = 14;

    const tarifa = 0.1347;

    const kwh = 12;

    const euros = 1.616;

    const PA12 = 1.01;

    const preu_kilo = 50;

    const manteniment = 21261;

    const hores = 8;

    const hores_treballades = 4900;

    const impressora = 400000;

    const prep_maquina = 5;

    const operari = 10;

    const volum_cubeta = 34656000;

    const espessor1 = 0.5;
```

```
function suma(){
```

```
    /*Impressió 3D*/
```



```

var peces = parseFloat(document.getElementById('n_peces').value);

var tolerancia_d = parseFloat(document.getElementById('tolerancia_d').value);

var longitud = parseFloat(document.getElementById('longitud').value);

var amplada = parseFloat(document.getElementById('amplada').value);

var altura = parseFloat(document.getElementById('altura').value);

var realvolum = parseFloat(document.getElementById('realvolum').value);

var espessor = parseFloat(document.getElementById('espessor2').value);


var cost_electricitat = temps * euros;

var volum = (longitud+4.6) * (amplada+4.6) * (altura+4.6);

var peces_cubeta = volum_cubeta/volum;

var volum_total = realvolum*peces_cubeta;

var cara = volum_total+(volum_total*0.2);

var cost_material = ((PA12*cara)/1000)*50;

var cost_reparacions = (manteniment/hores_treballades) * temps2;

var desgast_maquina = (impressora/hores_treballades)*temps2;

var cost_operari = prep_maquina*operari;

var cubetes = peces/peces_cubeta;


var                                cost_total                                =
cost_electricitat+cost_material+cost_reparacions+desgast_maquina+cost_operari;

var cost_pesa = cost_total/peces_cubeta;

var preu_final_cubeta = cost_total+(cost_total*0.2);

```



```
var preu_pesa = preu_final_cubeta/peces_cubeta;

document.getElementById('resultado').value = cost_electricitat;

document.getElementById('resultado1000').value = cost_material;

document.getElementById('resultado4').value = cost_reparacions;

document.getElementById('resultado5').value = desgast_maquina;

document.getElementById('resultado6').value = cost_operari;

document.getElementById('resultado7').value = peces_cubeta;

document.getElementById('resultado8').value = cubetes;

document.getElementById('resultado9').value = cost_total;

document.getElementById('resultado10').value = cost_pesa;

document.getElementById('resultado11').value = preu_final_cubeta;

document.getElementById('resultado12').value = preu_pesa;
```

/*Motlles */

```
var pes_motlle2 = parseFloat(document.getElementById('dificultat').value);

var material_motlle = 4000;

var pes2 = pes_motlle2+material_motlle;

var pes3 = pes2 + (pes2*0.2);

document.getElementById('resultado130').value= material_motlle;
```

```
document.getElementById('resultado100').value = pes2;

document.getElementById('resultado110').value = pes3

document.getElementById('resultado120').value = pes2/peces;


if (cubetes > max_cubetes) {

    alert('La producció de totes les peces serà complicada');

}

if (tolerancia > tolerancia_d ) {

    alert('Introdueix un valor de tolerància major');

}

if (espessor1 > espessor ) {

    alert('Introdueix un valor de gruix de paret major');

}

}
```

